IV 2

Odczyt filoz.

Wiedeń

93/94

16).	Stefan Łuczyński	I	315 Krak. zak.	rolnik posiadacz 2 n.			2 cel / 7 b.d. / 1 d.
4).	Wojciech Moron	III	315 Stan.	wdowa po powstańcu 4 n.		fil.	3(7) b.d.; cel / 1 b.d. / 1 sem. — 3 cel (mat odsz.)
17).	Emil Szymański	I	76 Szymanowskiego	(emeryt kom. kolej. : 336 3 n. wiąpt)			mat (3 b.d. / 7 d / 1 dost)
14).	Mikołaj Klimek	III	200 Skibińsk.	wdowa 2 (1 n)			2 (5) cel / 1(5) cel 1 sem. — 2 cel
11).	Stan. Weber	I	315 Stan.	sierota —			mat: (6 cel / 3 b.d. / 1 d.)
5).	Marek Borkowski	II	(315 zegrzew.)	wdowa po rolniku ~~[illegible]~~ : 10 morgów obszaru. 2 n. 1 z.			3 cel. (10) dost.
6).	Adolf Rzymowski	obecnie jednoroczniak		1 rolnik biedna wdowa ?			1 sem b.d. 5 (11) cel / 1(5) cel — 1 cel
9).	Stan Stroiński	II	315 Potrzebny	inżynier wyd. kyl. 4800 k. 7 n.			3(8) cel / 4(12) cel b.d. (odsz)
13).	Aleksy Matkowski	III	400 Towarnicki	pawi Dwór	8 klass 2 n.	germanista	1 cel 1 sem cel / 6 cel 1 b.d. / 4 sem b.d.

Vortrag im Philos. Seminar

93/94

Die Schrift, über welche ich heute zu referieren habe, ist betitelt: „Das Wachsthum der Energie in der ~~ganz~~ geistigen und organischen Welt"; es ist das eine Rede, welche der bekannte Philosoph und Ästhetiker M. Carriere in der bayr. Akademie der Wissensch. vorgetragen hat. ~~Sie bietet für den Referent und die~~ Eine ~~Referat~~ Inhaltsangabe oder eine Kritik derselben bietet eigenthümliche Schwierigkeiten, welche eben darin (theilweise) begründet sind, dass diese Schrift nicht als Abhandlung sondern als Rede verfasst ist; als solcher fehlt ihr die Übersichtlichkeit, die (streng) logische Gliederung; es ist mehr eine – allerdings sehr ~~interessante~~ (fesselnd) geistreiches – Aneinander-Reihung von Gedanken, welche zwar nur in losem Zusammenhange mit dem Thema stehen; da lesen wir ~~Betrachtungen~~ Aufschlüsse über Naturdenken, (Hirnthum) über Physiologie, über Chemie, über Socialreform, je es gibt ~~in~~ fast kein Gebiet der Philosophie, welches der Verfasser nicht irgendwie berühren würde. Die Rede mag dieser Gedankenreichthum zum Schmucke gereichen, aber für die nüchterne Kritik bildet er eine (prose) Schwierigkeit. Auf alle diese Punkte einzugehen, dem Verfasser auf allen Digressionen zu folgen, ~~wäre~~ würde mich über den Rahmen eines kurzen (relativen) Vortrages hinausgehen; ich will mich daher bemühen, den Kern des Ganzen, (herauszuschälen) das logische Gerüst desselben aufzudecken, ~~und~~ und dann dessen Festigkeit zu untersuchen, wobei ich allerdings darauf verzichten muss, den Gegenstand ~~in der~~ (streng) in derselben Reihenfolge zu behandeln, wie es in der Schrift geschieht.

An einer Stelle sagt er: „Ohne den Zweckgedanken kein Verständniss des Organischen. Es liegt nahe und erscheint als das Einfachste: dass wir als Einheitsband des Denkens und Seins, der Innen- und Aussenwelt das Organisationsprincip erfassen, das sich im Leben in beständiger Wechselwirkung mit den Naturkräften, in deren Zusammenhang es eingegliedert ist, das Organ gestaltet, durch welches es die Einwirkungen der Natur erfährt und auf die Natur wirkt." Eine andere charakteristische Stelle ist: „Das Band von Geist und Natur ist das Wesen, welches Dei des ist, reale Organisationskraft, denkende wollende Subjectivität." Er sieht also diese Organisationskraft, auf welche er seine Zweckmässigkeitslehre stützt, als das Princip der Entwicklung, als das Princip der Natur und des Geistes an. Der Sinn der ganzen Anschauungsweise liegt in einer metaphysischen Überzeugung, sie ist kein Dualismus, sie ist der Monismus; aber nicht der Naturalismus und nicht der Spiritualismus sondern eine andere Ansicht, welche ich am besten durch einige Citate charakterisieren will.

„Zur Erklärung der fortwährenden Wechselwirkung des Inneren und Äusseren, Geistigen und Natürlichen reicht das eine Princip aus, das reale, als Naturkraft wirkende Organisationsprincip, das zugleich sich selber erfasst und die Einflüsse der materiellen Welt als Empfindungen in sich hervorbringt, die geistige Welt im Bewusstsein aufbaut. — Das All ist ein System von Kräften — das beweist uns die Wechselwirkung der Dinge in der Welt, und damit ist die Einheit als das Erste, sich zur Vielheit Entfaltende und Bestimmende, als das alles Mannigfaltige auf einander Beziehende und Hervorrufende erkannt —.

Wie schon der Titel ~~der Schrift~~ ~~anzeigen~~ anzeigen scheint, und wie eine Übersicht der ersten Seiten bestätigt, macht der Verfasser den Versuch, den Begriff der Energie, 3
welcher in den Naturwissenschaften, speciell der Physik und Chemie sich von einer solchen Fruchtbarkeit erwiesen hat, einen so umgestalteten Überblick über die Erscheinungen der materiellen Natur gestatten hat, auch auf ~~das geistige Gebiet~~ ~~zu übertragen~~ die ~~Erscheinungen~~ Phänomene der geistigen Welt zu übertragen. Dies ist gewiss eine ebensoviel Erfolg versprechende als auch originelle Idee und nach den Darlegungen des Verfassers scheint es auch, als ob dieser Begriff auf ~~dem~~ jenem Gebiete dieselbe Bedeutung hätte, wie auf dem der physischen Welt; dass aber dabei doch manche Schwierigkeiten bestehen, werde ich später hervorheben.
Wenn ich den Stoff in den Rahmen einer Disposition zwängen wollte, so müsste ich ihn in zwei Theile ~~theilen~~ scheiden; der erste behandelt die Beantwortung der sich naturgemäss ergebenden Frage: Was entspricht der Energie und speciell dem Gesetze der Erhaltung der E. in der physischen Welt auf dem Gebiet der geistigen Erscheinungen? Der Verfasser kommt zu dem eigenthümlichen ~~Schluss~~ Satze: auf geistigem Gebiet gilt das Gesetz des Wachsthums der Energie. Diesen Theil ~~will ich~~ wollen wir zuerst untersuchen und ~~will~~ wollen dann zur Besprechung des zweiten Theiles übergehen, welcher die Beantwortung der Frage bildet: Wie erklärt sich das Wachsthum der E. in der geistigen Welt?

Ich habe auf diese ~~[illegible]~~ Ausführungen einen Blick geworfen, weil mir scheint dass wir ~~[illegible]~~ dann die Ansichten von Carriere über Wachsthum der Energie, Entwickelung des Organismus, über Zweckmässigkeit desselben ~~[illegible]~~ besser, als aus ihnen hervorfliessend, ~~[illegible]~~ verstehen werden. ~~[illegible]~~ Auf die Details derselben ~~[illegible]~~ will ich aber nicht eingehen, dies würde weit über den Rahmen, der durch das Thema bestimmt ist, hinaus ~~führen~~ führen.

Seiner Ansicht nach sollen wir (überhaupt) die Erscheinungen des Wachsthums der Energie, die uns ~~[illegible]~~ Carriere geschildert, und die er als allgemeingültiges (für das organische und geistige Leben) Gesetz zusammengefasst hat, zu ~~[illegible]~~ erklären, ohne uns von metaphysischen Vorstellungen beeinflussen zu lassen, da letztere jedenfalls ~~[illegible]~~ die Lösung schwierigen zu ~~[illegible]~~ behandelnder, weiter entfernter ~~[illegible]~~ Fragen voraussetzen, und hierbei ~~[illegible]~~ werden wir natürlich die einfachere, natürlichere Theorie bevorzugen. Diese scheint mir noch immer jene zu sein, welche zur Erklärung bloss die Thatsachen des Kampfes ums Dasein und der Vererbung heranzieht. Ich glaube, dass sie ~~[illegible]~~ sich leicht zur Erklärung ~~[illegible]~~ der fortschreitenden Entwickelung der geistigen Fähigkeit ~~[illegible]~~ lässt, indem je der fortschreitenden Entwickelung der geistigen Fähigkeit des Menschengeschlechts verwerten lässt, da ~~[illegible]~~ ja auch hier das Gesetz gilt, dass der ~~[illegible]~~ geistig niedriger stehende von dem höher ~~[illegible]~~ entwickelten unterdrückt wird, ~~wie wir dies im täglichen Leben als auch~~ sowohl und dies bildet ja den ~~[illegible]~~ Inhalt des sich immer erneuernden Dramas das wir im täglichen Leben und in der Geschichte sich abspielen sehen. Wenn ich diese Erklärung jener von Carriere vorziehe so glaube ich ~~[illegible]~~ in Uebereinstimmung mit dem Satze von Newton zu sein ~~zu handeln~~, welcher er als ersten unter den 4 Regeln der Forschung aufstellt: An Ursachen zur Erklärung natürlicher Dinge nicht mehr zuzulassen als wahr sind und zur Erklärung jener Erscheinungen ausreichen.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

O podwyższenie:

(14). Franciszek Dojarski	I	234 K. Zołchowskiego	ojciec (emer. inż. rny) rodzina: 700 K. 6 z. 2 mes (rny)		przeniósł się z wyd. med. na fil. 1 bd. / 1 bd. } medycyna
7). Józef Jesionowicz	III	315 Stróżki.	ogrodnik : 240 K. 9 (4 nies.)		2 (5) cel. / 5 cel.
3). Oliwy Nestor	II	315 Stróżki.	5 mojów 3 rok.		3 (6) cel / 4 (9) cel. — 3 inst. cel. / 2 "
18). Wypoczański Bron. Piotrowicz	II farm.	315 Stróż.	?	tokso. wyp. 160 K. pokrewieństwo	zdał egzamin wstępny farm
1). Trzyniec Teodor	III	210	ojc: 10 mojów 4 siostry } niez. 4 bracia	przyr.	Nauczam się [illegible] 6 (1 cel / 3 inst. cel. / 5 / 4
2). Wkrzyżko Szymon	I	315 Stróż.	stolar 5 nies. rok	fil.	4 (9) cel / 4 (10) cel b.d.
15). Kubeś Rudolf	III	315 Stróż.	chora wdowa po zmarłym nauczycielu		1 dobra / 1 bd / 2 d. bd.
16). Kruczyński Stefan	I	315 Krak. zak.	robotnik pocztowy 2 m.		(2 cel / 7 dost. / 1 d.) / 1 sem.

9). Nicfor Danysz	II.	915 Kick. schond.	rolnik 2 mięs. 2n. 1z	nat fra	2( ) cal 2 dni cal / 3 (14) cal
Roman 10). Cegielski	II	915 Ster.	Krzyżk 30½ mięs. 4 n. 12.	nat fra.	2(11) cal / 3(15) cal dni. 2 cm dni.

6). Dykowski
5). Dubanowicz
2). Machowski
3). Strzałyński
} Nieaccentuje dla inne

Über die Theorien der Elasticität fester Körper.

Vortrag, gehalten bei der Promotion am 15. Mai 1895

von

Dr. Marian R. von Smoluchowski

Wenn ich als Gegenstand meines Vortrages die Theorien über die Elasticität fester Körper gewählt habe, so geschah dies nicht in der Absicht, die endgiltigen Resultate der Forschung auf diesem Gebiete darzulegen — denn solche abschliessende Resultate haben wir noch nicht — sondern ich wollte blos eine Übersicht über die verschiedenartigen Theorien geben, welche die Physiker behufs Erklärung der elastischen Erscheinungen aufgestellt haben, eine Exposition der verschiedenartigen Hypothesen, welche, obwohl die Ansichten darüber sich erst in neuester Zeit zu klären beginnen, schon jetzt manche Aufschlüsse über das Wesen der festen Körper geben, die für die ganze naturwissenschaftliche Weltanschauung von Interesse sind.

Unsere heutige Elasticitätslehre ist auf dem von Hooke 1675 aufgestellten Gesetze aufgebaut, demzufolge die bei einer Deformation eines festen Körpers auftretende Kraft der Grösse der Deformation proportional ist.

Dieses Gesetz, angewendet auf die Wechselwirkung unendlich kleiner Theilchen des Körpers genügt zur Ableitung der Differentialgleichungen der Elasticität in der Art wie dies von Clebsch, Lamé, Kirchhoff durchgeführt wurde und mit der Ableitung derselben ist die ganze mathematische Theorie der Elasticität gegeben.

Diese ist somit — die genaue Richtigkeit des Hooke'schen Gesetzes vorausgesetzt — nichts anderes als der mathematische Ausdruck der empirisch festgestellten Elasticitätsgesetze und auf ihre Gleichungen müssen schliesslich alle zur Erklärung der elastischen Erscheinungen aufgestellten Theorien zurückführen.

Sie macht keine weiteren Voraussetzungen, als die genaue Richtigkeit des Hooke'schen Gesetzes, aber sie gibt auch keine weitere physikalische Erklärung; will man ihr eine physikalische Interpretation unterlegen, so muss man die sogen. Continuitäts-Theorie annehmen, nämlich die Körper als continuirlich den Raum erfüllende Materie ansehen, deren Theile bei Verschiebungen mit Kräften in die Ruhelage zurückzukehren streben, die der Verschiebung proportional sind.

Eine eingehendere Erklärung der Entstehungsweise dieser Kräfte ist auf diese Weise noch nicht versucht worden, die Elasticität wird eben als Eigenschaft der Materie statuirt.

Eine wirkliche Erklärung, das ist Zurückführung der Elasticität auf einfache Erscheinungen ist bisher — wenigstens theilweise — nur auf dem Boden der Molecultheorie gelungen. Diese sieht die Körper als aus einzelnen Molecülen zusammengesetzt an und führt die elastischen Spannungen auf die zwischen denselben wirkenden Kräfte zurück, somit auf Grundeigenschaften der Materie, wie sie sich auch in den Gravitations-Erscheinungen kundgeben.

Sehen wir nun zu, ~~wie~~ wodurch der Theorie gemäß die elastischen Kräfte ~~entstehen~~ bedingt werden, welche Voraussetzungen eingeführt werden müssen, um dieselbe mit den Experimenten in Einklang zu bringen und welche Schlüsse sich daraus auf die Constitution der festen Körper ziehen lassen!

Die einfachste Art, sich die Wechselwirkung der Molecüle aufeinander vorzustellen ist die, welche ~~Navier~~ die französischen Mathematiker Navier und Poisson (1825) annahmen. Demnach hätte man sich die Molecüle als ruhende Punkte vorzustellen, welche blos in der Richtung der Verbindungslinie auf einander wirken; dass diese Kräfte nur bei einer Verschiebung aus der Ruhelage bemerkbar werden, lässt sich dadurch erklären, dass man sie als Resultirende von gleichzeitigen Anziehungs- und Abstossungskräften ansieht, beide sind Functionen des Abstandes der Theilchen, in der Ruhelage heben sie sich auf, bei Annäherung überwiegt die abstossende, bei Entfernung die anziehende Componente.

Mit Hilfe dieser Annahmen hat Poisson thatsächlich diese Differential-Gleichungen der Elasticität abgeleitet, welche ich früher als analytischen Ausdruck der empirisch festgestellten Elasticitätsgesetze bezeichnet habe — mit Ausnahme eines einzigen Punktes, den wir später noch kennen lernen werden, und es ist daher leicht begreiflich, dass sich seine Theorie bis in die neueste Zeit eines bedeutenden Ansehens unter den Physikern erfreut hat.

Wie verhält sie sich nun zu den Anschauungen, die heutzutage unsere Physik beherrschen?

Diesbezüglich ist vor allem ein Einwand zu erheben. Poisson nimmt die Molecüle als ruhend an, wir stellen sie uns als beweglich und zwar um eine Gleichgewichtslage schwingend und rotirend vor, denn durch diese Bewegung der Molecüle erklären wir die Wärme, die Temperatur-Ausdehnung der Körper u.s.w. Allerdings wird die Wirkung dieser Bewegung theilweise dadurch berücksichtigt, dass die abstossenden Kräfte der Molecüle eingeführt werden; diese hätte man sich also durch die Stösse oder Schwingungen der immerfort beweglichen Molecüle hervorgebracht zu denken. Dies sowie die Annahme der gleichzeitig wirkenden anziehenden Kräfte steht in vollkommener Übereinstimmung mit unseren sonstigen Anschauungen, namentlich den in der kinetischen Gastheorie entwickelten.

Es ist von vorne herein auffällig, dass über das Gesetz der Anziehung oder Abstossung keine Voraussetzungen eingeführt zu werden brauchen; dies erklärt sich aber dadurch, dass bei den hier in Betracht kommenden Verschiebungen wieder Proportionalität zwischen denselben und den Kräften angenommen wird und das Kraftgesetz blos in den Coefficienten zum Ausdrucke kommt.

~~Erst~~ Nur ~~[redacted]~~ die bei größeren Deformationen auftretenden Abweichungen von der Proportionalität, welche — wie in neuester Zeit Osgood Thompson experimentell nachgewiesen hat — doch recht merklich sind [ja bis zu mehreren % erreichen

können] Längen von dem Kraftgesetze ab. Umgekehrt ~~müsste sich aus~~ daraus Rückschlüsse auf dasselbe zu ziehen sind wir heute noch nicht im Stande.
In dieser Beziehung sind auch die Bemühungen der Physiker, das zwischen den Gasmolecülen auftretende Kraftgesetz zu finden, von besonderem Interesse; Maxwell nahm an, dass sich die Molecüle im verkehrten Verhältnisse der fünften Potenzen ihrer Abstände anziehen; etwas Analoges hat Wertheim für die festen Körper angenommen, doch sind seine Schlüsse, deren Besprechung hier zu weit führen würde, auf mangelhafte Beobachtungen gestützt und auch sonst nicht einwurfsfrei.
In neuester Zeit hat Piers Bohl zu beweisen gesucht, dass auch zwischen den Gasmolecülen das Newton'sche Gravitationsgesetz stattfindet, welches somit ein wahres Universalgesetz wäre, giltig für die Entfernungen der Fixsterne Millionen von Meilen und für die Abstände der Molecüle der Körper 10^{-8} mm.
Andere Physiker haben jedoch ganz andere Ansichten entwickelt (manche nehmen sogar abstossende Kräfte an); eine einwurfsfreie Begründung ist ~~auch~~ noch für keine gegeben und es wird abzuwarten sein, bis sich die Ansichten ~~über diesen Punkt~~ darüber geklärt haben.)
Der wichtigste Einwand gegen die Poisson'sche Theorie, welcher sie schliesslich zu Falle bringt, betrifft den früher erwähnten Punkt.
Während nämlich die in den allgemeinen Elasticitätsgleichungen auftretenden 21 Constanten beliebige, von einander vollkommen unabhängige

Grössen sind, ergibt die Poisson'sche Theorie gewisse Beziehungen zwischen 214
denselben infolge deren sich die Zahl der Constanten vermindern lässt.
So wird das elastische Verhalten eines isotropen, das heisst eines nicht krystallisirten, nach allen Richtungen gleich beschaffenen Körpers, durch 2 Zahlengrössen vollkommen bestimmt: den Dehnungsmodul, welcher die bei Längsdehnungen eines Stabes auftretende Spannung definirt und den Torsions-Modul, welcher den Widerstand gegen eine Verdrehung bestimmt.
Nach der Poisson'schen Theorie sollte nun der Dehnungsmodul 2·5 mal so gross sein wie der Torsionsmodul.
Diese Beziehungen geben sich noch in einer anderen anschaulicheren Weise kund: hängt man z.B. an einen Kautschukstreifen ein Gewicht an, so erfährt er eine gewisse Verlängerung und gleichzeitig eine Abnahme der Dicke; nach Poisson sollte nun diese Abnahme der Dicke 1/4 der Verlängerung betragen (natürlich auf gleiche Dimensionen bezogen).
Diese Grössen können wir messen, hier besitzen wir einen Prüfstein für die Theorie.
Die ersten ausführlicheren Untersuchungen diesbezüglich wurden von Wertheim 1830 angestellt; dieser fand das erwähnte theoretische Ergebnis nicht bestätigt, vielmehr fand er für das Verhältnis der beiden Grössen, das man gewöhnlich Elasticitätszahl (oder Poisson'scher Coefficient) nennt, anstatt 1/4 den Wert 1/3.
Spätere Versuche haben ergeben, dass diese Zahl überhaupt keine allgemeine

Constante, sondern für jeden Körper verschieden ist. Kirchhoff, Voigt, Angot, Katzenelsohn ~~u.a.~~ haben mit größter Genauigkeit das Verhalten der Metalle und des Glases untersucht, andere Physiker haben Kautschuk, Leim, ich selbst habe andere weiche Körper wie Wachs, Paraffin etc. geprüft und das Ergebnis aller dieser Versuche ist, dass die Elasticitätszahl für verschiedene Materialien ganz verschiedene Werte hat, [von 0·13 (Aluminium nach Katzenelsohn) bis 0·5 (Leim gelatiniert nach Mauer)] ja Voigt hat sogar für chlorsaures Natron einen negativen Wert gefunden, das heißt: bei diesem Stoffe erzeugt Längsdehnung zugleich eine Vergrößerung des Querschnittes.

Letzterer Forscher hat auch analoge Untersuchungen über Krystalle angestellt und auch hier die Poisson'schen Folgerungen nicht bestätigt gefunden.

Es ist sogar erwiesen, dass die bewusste Elasticitätszahl von der Temperatur abhängig ist und zwar — wenigstens soweit darüber bisher Messungen vorliegen — mit wachsender Temperatur zunimmt.

Dies ist auch recht plausibel, da die Körper bei Annäherung an den Schmelzpunkt immer weicher werden und für weiche Körper diese Zahlen am größten sind; für den flüssigen Zustand ist der Grenzwert = 0·5.

Durch diese empirischen Thatsachen erscheint somit die Poisson'sche Molecular-Theorie widerlegt; eine Theorie, welche voraussetzt, dass die Kräfte der Molecüle nach allen Richtungen gleich sind, kann die elastischen Erscheinungen nicht genügend erklären.

Es müssen allgemeinere Voraussetzungen eingeführt werden, welche jene der Poisson'schen Theorie als speciellen Fall enthalten.

Ein solcher Versuch stammt von Seydler. Dieser hilft sich damit, dass er — eine Fechner'sche Idee aufgreifend — außer den zwischen je zwei Molecülen wirksamen Kräften auch noch andere als bestehend annimmt, welche bei Zusammenstellung von 3, 4 u. s. w. Molecülen statt haben sollen; ~~mit~~ oder wie er sich ausdrückt: er führt außer den gewöhnlichen binären Kräften auch noch ternäre, quaternäre u. s. w. ein. Auf diese Weise gelangt er wirklich zu den Elasticitätsgleichungen ohne die specialisirenden Folgerungen über die Elasticitätszahl, andererseits aber gibt die Voraussetzung solcher Kräfte, für die wir sonst gar kein Beispiel kennen, zu großen Bedenken Anlass und wir wählen jedenfalls eine weniger absonderliche Theorie vorziehen.

~~Am besten~~
~~Viel besser~~ begründet und physikalisch ~~wahrscheinlicher~~ am wahrscheinlichsten erscheint die sogenannte Polaritätstheorie von Voigt. ~~Voigt~~

Voigt lässt die beschränkende Annahme fallen, dass die Molecüle nach allen Richtungen gleiche Kräfte ausüben, er nimmt eine bestimmte Axe im Molecül an, welche die Kräftevertheilung bestimmt; wenn also z. B. ein zweites Molecül in die Richtung dieser Axe gelangt, wird es in anderer Weise angezogen, als wie wenn es in die Aequator-Ebene zu liegen kommt. Als Stütze dieser Annahme dient die Bemerkung, dass sonst, wenn keine solche Un~~gleich~~mäßigkeit vorhanden wäre, der regelmäßige Aufbau der Krystalle ein Räthsel wäre.

Mit Hilfe dieser Voraussetzungen leitet Voigt thatsächlich die Elasticitäts-gleichungen für krystallinische Medien ab und zwar ohne die specialisirenden Folgerungen der Poisson'schen Theorie.

Behufs Erklärung der elastischen Erscheinungen bei den gewöhnlichen, nicht krystallinischen Körpern macht er eine neue Annahme, dass diese nämlich nicht wirklich homogene isotrope Stoffe sind, sondern sich aus lauter kleinen Kryställchen zusammensetzen, welche in allen möglichen Richtungen sich aneinanderlagern.

Man hätte sich also die festen Körper ähnlich wie etwa im Grosten den Granit als Aggregat einer Menge von Krystallindividuen vorzustellen; für die weitaus meisten Mineralien und die Metalle kann man dies gewiss zugeben — der Mineralog bezeichnet sie schon lange als mikro- oder kryptokrystallinisch, nur betreffs mancher, namentlich organischer Stoffe bei denen wir nie Krystallisations-Spuren wahrnehmen [z.B.: Cellulose] wären noch diesbezügliche Untersuchungen nöthig.

Voigt berechnet also die elastischen Druckkräfte eines solchen Mediums, indem er den Mittelwert der Druckkräfte der Krystalle in allen möglichen Orientirungen nimmt; er berechnet die Elasticität des — von ihm „quasi-isotrop" genannten — Körpers aus der Elasticität eines einzelnen Krystalles.

Eine directe experimentelle Untersuchung ist nur beim zweiten Theile seiner Theorie möglich: Vergleichung der krystallinischen und amorphen Stoffe.

Diesbezüglich hat nun Voigt eine Reihe höchst exacter Versuche [an Baryt, Kalkspath und Flussspath] angestellt, welche seine Ansichten vollkommen bestätigten: die aus den Elasticitätscoëfficienten der Krystalle berechneten und die direct beobachteten Moduln stimmten sehr gut überein.

Allerdings darf man die Tragweite dieses experimentellen Beweises nicht überschätzen: Voigt hat erwiesen, dass die Elasticitätsgesetze der Krystalle ~~das ursprünglichere~~ die ursprünglichen, die der amorphen Körper ~~das abgeleitete~~ die abgeleiteten sind, er hat letztere aus ersteren berechnen gelehrt und über die Constitution der amorphen Körper wichtige Aufschlüsse gegeben, doch der Kernpunkt seiner Polaritätstheorie ist wohl noch der Discussion unterworfen.

Die Grundannahmen, auch wenn wir sie als richtig annehmen, haben noch etwas Unbefriedigendes in sich. Soll es das letzte Grundgesetz sein, dass die Molecüle aufeinander Kräfte ausüben, welche in gewisser Weise von der Orientirung derselben abhängen? wie kann man sich diese Ungleichheit der Kräfte erklären?

Vielleicht wäre hier noch eine Ausbildung der Theorie möglich, indem man die Gestalt der Molecüle, die man sich ja aus Atomen zusammengesetzt denkt, einführt. Einerseits würde eine solche, falls von der Kugel verschiedene, Form eine Orientirung der Anziehungskräfte bedingen, andererseits müssten auch die abstossenden Kräfte infolge der ~~Un~~ ungleichen Stosswirkungen der Wärmebewegung nach verschiedenen Richtungen verschieden sein.

Allerdings müsste man, um dieses näher auszuführen, die auch von Voigt noch beibehaltene Annahme ruhender Molecüle aufgeben und die Bewegungen derselben berücksichtigen, die statische Theorie durch eine kinetische ersetzen.

Zu der Einführung der Bewegung der Molecüle in festen Körpern werden wir übrigens auch durch die Berücksichtigung eines anderen Theiles der elastischen Erscheinungen genöthigt, die bisher nicht erwähnt wurden, den Erscheinungen der sogen. elastischen Nachwirkung.

Ihr Wesen besteht — an einem Beispiele dargelegt — in Folgendem:

Hänge ich an einen Draht ein Gewicht an, so wird der Draht verlängert, dies geschieht aber nicht momentan, sondern es vergeht eine gewisse Zeit bis das Drahtende eine gewisse Ruhelage erreicht, die man dann gewöhnlich als die Lage des Elasticitätsgleichgewichtes bezeichnet; untersuchen wir genauer so finden wir, dass es sich noch immer — allerdings kaum merklich — weiterbewegt und zwar immer langsamer, ja der Engländer Bottomley bemerkte an einem im Thurme der Universität zu Glasgow aufgehängten 23 m langen Drahte nach Jahren noch eine Abwärtsbewegung des unteren Drahtendes, allerdings nur um Bruchtheile von mm.

Kurz gesagt: das Wesen der elastischen Nachwirkung besteht darin, dass die Verschiebung nicht nur von der Grösse der spannenden Kraft abhängt, sondern auch mit der Zeit veränderlich ist.

Offenbar erfordert die mathematische Formulierung dieser Erscheinungen eine vollständige Umänderung der Differentialgleichungen der Elasticität, aber trotz vielfacher Versuche ist es noch nicht gelungen, vollkommen präcise empirische Gesetze derselben aufzustellen und die physikalischen Erklärungsversuche sind noch sehr mangelhaft.

Soviel nur ist gewiss, dass diese Phänomene darauf beruhen, dass die Molecüle auch in festen Körpern nicht fix angeordnet sind, sondern sich im Laufe der Zeit drehen, sich seitlich verschieben [sodass sich die Körper in einer gewissen Beziehung den Flüssigkeiten nähern].

~~Die~~ Eine Theorie, welche, auf dem Boden der Voigt'schen Theorie weiterbauend, auch die Bewegung der Molecüle berücksichtigt, ~~welche die Gesetze der Elasticität aus dem Kraftgesetze ableiten wird~~ — wir können sie im Vorhinein: kinetisch-dynamische Theorie der festen Körper nennen, — wird einen grossen Fortschritt in der Physik sein.

Etwas Analoges sehen wir ja an der kinetischen Gastheorie, soweit sie bis heute entwickelt ist. Allerdings sind ~~hier~~ (bei den festen Körpern) die Schwierigkeiten, namentlich mathematischer Natur, unvergleichlich grösser, aber sie werden überwunden werden.

Dann ~~ergibt sich~~ aus den wenigen Grund-Annahmen über die Art der Molecüle und der zwischen ihnen wirkenden Kräfte die Gesetze der Elasticität, der Nachwirkung, der inneren Reibung, der Wärmeausdehnung u.s.w. ableiten lassen,

es wird sich die Zustandsgleichung der festen Körper daraus ergeben, ja noch mehr: die Gesetze der festen Körper, der Flüssigkeiten und der Gase werden sich aus denselben Annahmen entwickeln, sich in Eines zusammenfassen lassen, die Physik ~~der Materie~~ wird einen großartigen Überblick, eine einheitliche Anschauung gewonnen haben, welche die gesammten Erscheinungen des Weltalls umfassen wird.

Das ist das hohe Ziel, dem die heutige Physik der Materie zustrebt.

Odesa 5/III 1892

w Hargenie

Dr. Zdzisław Stanecki: Akumulator nowego systemu. (Odbitka z „Czasopisma technicznego"; lwów nakładem Towarzystwa politechnicznego, 1904. str. 36.)

W ostatnich czasach słyszało się tyle najrozmaitszych wieści o akumulatorach Steneckiego, że z żywym interesem i wielką ciekawością bierze się do rąk powyższą broszurę. „Wieści" bowiem — jak zwykle — grzeszą w dwóch kierunkach: albo zbytnio przesadzają doniosłość jakiegoś wynalazku, albo odmawiają mu po prostu wszelkiej wartości. W sprawie akumulatorów Steneckiego oba te grzechy w istocie wystąpiły na jaw; lecz z jednej strony nazwisko wynalazcy Polaka, z drugiej zaś sam rodzaj wynalazku (gdyż stało się (poniekąd) zwyczajem oczekiwać rozwiązania wielu piekących spraw przyszłości właśnie przez wynalezienie odpowiednich akumulatorów) — sprawiły, że z przytoczonych dwóch grzechów pierwszy zaznaczył się wybitniej. I to jest też jeden z powodów, dla których pojawienie się broszury Dra Steneckiego, zdającej sprawę o istotnym stanie rzeczy, było bardzo na czasie.

A oto istotny stan rzeczy przedstawiony jest w broszurze bez zarzutu. I tak:

Dr. Zdzisław Stanecki: Akumulator nowego systemu. (Odbitka z „Czasopisma technicznego", Lwów nakładem Towarzystwa politechnicznego, 1904. str. 36.)

W ostatnich czasach słyszało się tyle najrozmaitszych wieści o akumulatorach Staneckiego, że z żywym interesem i wielką ciekawością bierze się do rąk powyższą broszurę. „Wieści" bowiem — jak zwykle — grzeszą w dwóch kierunkach: albo zbytnio przesadzają doniosłość jakiegoś wynalazku, albo odmawiają mu po prostu wszelkiej wartości. W sprawie akumulatorów Staneckiego oba te grzechy w istocie wystąpiły na jaw; bo z jednej strony nazwisko wynalazcy Polaka, z drugiej zaś sam rodzaj wynalazku (gdyż stało się) (ponieważ) zwyczajem oczekiwać rozwiązania wielu pieczących spraw przyszłości właśnie przez wynalezienie odpowiedniej akumulatorów) — sprawiły, że z przytoczonych dwóch grzechów pierwszy zaznaczył się wybitniej. I to jest też jeden z powodów, dla których pojawienie się broszury Dra Staneckiego, zdającej sprawę o istotnym stanie rzeczy, było bardzo na czasie.

A oto istotny stan rzeczy przedstawiony jest w broszurze bez zarzutu. I tak dowiadujemy się zaraz na początku i z opisu autora i z dosłownie przytoczonej opinii rzeczoznawców (Dr. Knorre i Dr. Peters z Charlottenburgu i prof. R. Dziesiewski ze Lwowa) o różnicach, istniejących między dotychczasowymi systemami akumulatorów a akumulatorami Dra Staneckiego, jakoteż o zaletach, wynikających właśnie z owych różnic. Te różnice polegają na odmiennym niż dotąd sporządzaniu płyt akumulatorowych (przy użyciu tych samych materyałów co dotychczas), skutkiem czego ich masa czynna jest bardzo porowata, ale pomimo to twarda jak kamień. Porowatość i twardość razem sprawiają, że akumulatory systemu Staneckiego mogą być bez uszczerbku ładowane i wyładowywane prądem o znacznej gęstości, co może stanowić ich niemałą zaletę przy zastosowaniu do trakcyi. Dalszą zaletą nowych akumulatorów jest to, że nie są wcale droższe od dotychczasowych, mimo iż przy tej samej pojemności są w granicznym wypadku około dwa razy lżejsze niż akumulatory dotąd powszechnie używane.

Odebr. 5/III 18[illegible]

w Magazynie.

Gentlemen [illegible]

March, the 5th 1907

First I must tell some words ~~about~~ on the subject which I propose to speak about, as I must admit that the title: Spectrum of Radiant Energy is somewhat vague.

Some twenty years ago we knew only one ~~form~~ kind of ~~radiant energy~~ radiation which appears as radiant heat, light or ultraviolet rays but since there have been discovered the cathode rays, ~~Herz discovered electric waves~~ then the Herz-waves which could be called also Hertzian or electric rays, then ~~we~~ the Röntgen rays, the Becquerel rays, (now professor S. Thompson pretends to have found a new kind of "internal" rays; cf. Wiedemann has discovered a kind of anodic rays) nowadays every physicist who respects himself must try to ~~discov~~ find out some new kind of rays with more or less wonderful properties and to associate his name with them for the benefit of posterity.

~~I will speak~~ ~~of all~~ All these forms of ~~radiation~~ radiant energy are but I will and cannot speak on all them,

I restrict myself to the radiation emitted by the bodies only on account of their temperature ~~or the quantity of heat contained in them in the ordinary state.~~

or I might say perhaps on account of their internal thermal motion in the ordinary state. that is what we used to call heat and light.

We know already a good deal of various effects of radiation which enable us to recognize it and to make quantitative measurements, ~~radiant energy~~, which enable us to distinguish between its different forms. Thus for example, the radiation of wave length commonly called ultraviolet rays have the property of discharging electrified bodies under certain conditions; some kinds of rays as also the ordinary light are changing the electrical resistance of certain metallic bodies, as for instance Selenium, and also of very thin layers of metallic powder a property analogous to that of Hertz waves.

So far we know almost all kinds of rays are producing certain chemical actions, which ~~[illegible]~~

and also here I will speak more in detail only on two interesting points:
the bolometric researches of Langley and on the new researches on regularities in
the spectra [illegible]

~~that we utilize for photographic purposes~~

This ~~not~~ effect is most commonly known for example as producing the sensation of light in our eyes.
On the other side we make use of it in photography.
The photographic action is not only limited as often wrongly supposed, to the ultraviolett and the visible light, but can be extended, by adding certain substances, sensibilators, also to ultra red rays of very large wave length so that we can photograph, as Captain Abney showed, ~~also~~ easily the invisible ultra ...

The most general effect of radiation is the heating effect. Every radiation when absorbed must produce heat and the determination of the quantity produced in a given time is the only proper way of comparing the intensities of ~~radiations~~ rays. It gives us directly the quantity of energy transmitted by the rays.

Our usual heat measuring instrument the thermometer cannot be used, of course, for the ~~small quan~~ determination of radiant heat. It is not sensitif enough. But we can use a Thermopile

All these effects can be used to measure the strength of radiation and they have sometimes advantages for practical purposes.

But the ~~fac~~ most rational and from a scientific point of view the most important ~~way~~ method of measuring radiation is the calorimetric method, that is by using ~~the~~ its heating effect.

It is the only one which can be used for any kind of radiation. Every radiation, when absorbed must produce heat and the determination of the quantity produced in a given time is the only proper way of comparing the intensities of rays of different wavelengths. It gives us directly the quantity (of energy) transmitted by them.

what has been done by Melloni or a Bolometer perfection extremely by Langley or also the most sensitive instrument the Nichols Radiometer invented by Boys. The sensitiveness of these last two instruments can be made quite extraordinary; we can measure even the heat emanated by the moon or by the stars ~~only the~~ but of course the difficulties in experimenting with them are also enormous as ~~the same~~ ~~of errors~~ all extraneous temperature differences, especially do those produced by the own heat of the body of the experimenter

The difficulty does not consist now in attaining a sufficient sensitiveness, with the Bolometer and the Nichols radiometer we can measure even the heat emanating from the moon and the stars, but in avoiding the sources of errors the temperature differences produced by external causes and especially also by the body of the experimenter himself. The way of experimenting is given now, but still there ~~remain~~ has been

I think I need not to go into a detailed description of these instruments. A Thermopile

little done till now; our knowledge of radiant heat-spectrum is limited nearly entirely to the researches of Langley.

Let us look now at some of the results obtained by Langley with the aid of his bolometer. It is known that generally solid bodies and liquids, if sufficiently thick, give a continuous spectrum when heated.

So long as the temperature does not exceed 500° degrees this spectrum is limited entirely to the invisible part of the spectrum, we cannot see it but we can measure it with ~~the~~ one of the above mentioned instruments.

We may represent it in the following way

Diffraction spectrum

These curves have not yet been represented with sufficient exactness by mathematical formulas.

Weber put forward a formula ~~before got Log of j constants~~ ~~were known~~ $s = A \frac{e^{a\theta - \frac{1}{b^2\lambda^2\theta^2}}}{\lambda^2}$ which represents indeed some of the features of these curves. But it is not at all yet sufficiently established

For the maximum value of ~~energy~~ the curve the formula gives the relation $\theta_m \lambda = \text{const}$ which has been deduced by other simply thermodynamical considerations also by W. Wien. That means that:

The area of these curves represents us the whole quantity of energy of all wave lengths radiating from the heated body.

Webers formula we would ~~have~~ get for it the expression

$$\int \ldots = B\,\theta\, e^{a\theta}$$

This is in contradiction to ~~with~~ ~~another~~ a law brought forward by Stefan (1879) that the total quantity of energy radiated from a black body is proportional to the 4th power of ~~the~~ its temperature. This is the formula which has been found till now to be best in accordance with the results of various experimenters and it has been proved though by ~~assuming~~ making an improven but very probable assumption, theoretically by Boltzmann.

So far we have considered only ~~continuous~~ spectra, such as emitted from heated solids or liquids. They are all continuous; also when we heat the body to white heat and observe its light by a spectroscope it shows all colours from red to violet.

~~This~~ The character of the spectrum changes completely if we ~~take~~ consider a heated gas instead of a solid body, for instance a flame or the gas enclosed in a Geissler Tube and heated by the electric discharge. Then the spectrum

Now we will consider still higher temperatures, such that the vapours of metals or the gases ~~[illegible]~~ show luminescence. Then we can use the spectroscope and our own eyes for observation; for quantitative measurements it would be far better to use still the bolometer but nobody has yet done that. There is a good deal of research to be done yet.

consists of successive bright and dark spaces.
So long as we have a comparatively weak electric discharge and therefore low temperature most gases show a succession of striae resembling a little in appearance to the flutings of a Greek column.
Formerly it was thought that this was also a continuous spectrum, only with ~~differences in~~ brightness but it has been shown that a ~~spectrum of sufficient~~ unequal distribution of good spectroscopes describes them in a great number of fine lines.
Here the regularity of arrangement is extremely striking, but still we ~~do not know~~ have not yet found a definite law. Deslandres in Paris seems to have found some relations but

The appearance of the spectrum changes very much when the discharge is stronger or the temperature higher. Then we see only a few very bright lines on a dark space that is the well known line-spectrum.

~~The spectrum depends~~

Its appearance depends very much on the way in which the gas is excited, if by continuous current or by alternating current, with or without condenser, on the density of the gas etc. etc.; ~~but the~~ the lines change in number and brightness but they dont change their ~~place~~ position.

That is a fundamental difference against the continuous spectrum of glowing bodies, where the maximum shifts to smaller wave-lengths, gradually as the temperature increases.

This stability of the positions of the lines suggested to find out some relation between them. A great lot of people tried in vain; they sought to find analogies in the number of vibrations to those of the harmonic sounds in acoustics.

There is nothing similar in the light spectrum.

The Swiss physicist Balmer was the first who made a start in the right direction. In 1885 he gave a formula which represents the spectrum of hydrogen. If you put in the expression $\lambda = A \frac{n^2}{n^2-4}$ the numbers 3 – 15, you get for $A = 3647$ λ exactly the wave lengths of the fourteen lines of hydrogen.

This principle has been followed and utilized by Mr. Kayser & Runge. If we take the reciprocal of the above formula it can be written

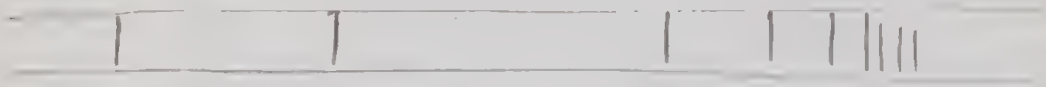
$$\frac{1}{\lambda} = \tau = \frac{1}{A}\,\frac{n^2-4}{n^2} = \frac{1}{A} - \frac{4}{A}\,\frac{1}{n^2}$$

Now Kayser & Runge have shown that a more generalized formula $\frac{1}{\lambda} = A - \frac{B}{n^2} - \frac{C}{n^4}$ is sufficient to represent a great number of lines of various metals.

Take for example Sodium. If heated to very high temperature it emits besides the well known yellow lines a great number of lines. These can be arranged in three series. The brightest

lines form one series called principal series

A second series consists of fairly bright lines not of indistinct unsharp appearance



and a third series of weak but very sharp lines

These two series are called Nebenseries, we might say: secondary series. They have the same coefficient A ~~w~~ that means:

and the same B which generally is very nearly the same in all metals only their C is different. I must mention that all these lines, which we suppose single are in reality double lines.

Comparing the spectra of ~~the~~ different metals we find a curious connection with the periodic system of chemical properties. I suppose you all know that the elements can be arranged according to their atomic weight in a

system so that elements of similar properties are united in groups.

Well then the alcalis metals have three such series of lines; in and of only ~~two~~ the two series called secondary. The same is the case with the metals of the III group. ~~There~~ The metals of the second group however have two series of triple lines.

In the alcalis all existing lines are subsumed ~~and~~ in these series while in the other metals there are some lines which do not belong to this series-arrangement.

In the metals of the other groups IV V VI VII VIII have not yet been found such series, only in Mn there are two as above described, but however there seems to exist also

something analogous.

Thus for example in the spectrum of lead there is to be found a group of lines which occurs three times very [illegible] shifted a little more to the right.

But I won't speak more about that, there are not yet found enough sure results.

~~Only I should like to show you on an example that this law is not a more approximation~~ of series more exact.

I might only say some words more on one element that is on the i[illegible] you know that to the great number of metals discovered by spectrum analysis: as Rb, Cs, In, Th, Ga

there has come a new one two years ago: Helium, the green lines of which had been known a long time ago to exist in the atmosphere of [illegible]n.

Ramsay and Travers p[illegible] the same lines in a gas enclosed in a [illegible] Cleveit and discovered thus the new element. Now the spectrum of helium is arranged in six series like in the elements there have been found only two or three.

Therefore Rayleigh [illegible] think that this gas is not yet the element →

itself but that it is a mixture of two similar gases (which they call
and Parhelium. That seems to be confirmed by the observation of
density of ~~different~~ various helium samples which show slight
differences in density. Till now that is only a hypothesis, we shall
see if they are right.

I should like now only to ~~write~~ show you with some figures, ~~the~~
what ~~[illegible]~~ (exact coincidence) we obtained from these mathematical series
and the observed wave lengths.

For example Hydrogen.

There seems to be something genuine in that there is no doubt and it must be desired that analogous formulae might be found for ~~all~~ the spectra of all metals. Now the question arises: ~~what~~ what is the meaning of this series-law? The formula is a mere mathematical description but what is the mechanism of the vibrating molecules or atoms which produce oscillations of such curious regularity?

We have no answer yet ~~in~~ to this question, as we have not yet any knowledge of the forces and the structure of the atoms constituting a molecule. Meanwhile we must be thankful to have found a mathematical law for the spectra. On the explanation of it you might make more or less ingenious hypothesis and ~~fantasies~~ theories, just as you like.

There could be said much more still interesting on the subject of spectral radiation but I am afraid I have

detained you far too long already; all I have to say is to thank you for your patience and attention.

[illegible] paper [illegible] (1916) [illegible] (1917) [illegible] has deduced from simple theoretical considerations the formula

$$\sigma = \frac{A}{\lambda^5} e^{-\frac{B}{\lambda\theta}}$$ for the energy of radiation

This is in accordance with experiment.

Another law would require a different exponent instead of the 5.

A ów istotny stan rzeczy przedstawiony jest w broszurce bez zarzutu. I tak dowiadujemy się zaraz na początku i z opisu autora i z dosłownie przytoczonej opinii rzeczoznawców (Dr. Knorre i Dr. Peters z Charlottenburgu i prof. R. Dzieślewski ze Lwowa) o różnicach, istniejących między dotychczasowymi systemami akumulatorów a akumulatorami Dra Staneckiego, jakoteż o zaletach, wynikających wstawia z owych różnic. Te różnice polegają na odmiennem niż dotąd sporządzaniu płyt akumulatorowych (przy użyciu zresztą tych samych materyałów co dotychczas), skutkiem czego ich masa czynna jest bardzo porowata, ale pomimo to twarda jak kamień. Porowatość i twardość razem sprawiają, że akumulatory systemu Staneckiego mogą być bez uszczerbku ładowane i wyładowywane prądem o znacznej gęstości, co może stanowić ich niemałą zaletę przy zastosowaniu do trakcyi. Dalszą zaletą nowych akumulatorów jest to, że nie są wcale droższe od dotychczasowych, mimo iż przy tej samej pojemności są w granicznym wypadku około dwa razy lżejsze niż akumulatory dotąd powszechnie używane.

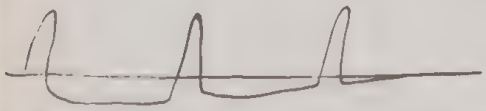
IV

Pressure [illegible] Fe.

[illegible] 1894 - 1895

Prinzip Bifilar, welche nicht verwendet werden zur Erzeugung von Wechselstrom

Pat.: Inductoren ~~intermittirt~~ Wechselstrom



daher sehr unvollkommen

~~[illegible]~~ Gassot Wechselstrom von 3000 El. notirlich zu geringe Strom.

Bittorf: chromsaure Elemente bis zu 1600

Trowbridge: 5 dann 10.000 à 2·1 V Bleiaccumulatoren und $\frac{1}{4}$ O.

à 10 cm² δ = 6 mm

gladen durch 60 V O, aus, schwierige Isolation, nur Paraffin, Glimmer, Ebonit, kein Holz). Direkte Methode zerschlägt Gerätes Röhren gewöhnlich einige ~~[illegible]~~ Millionen Ohm als Wasserwiderstand eingeschaltet. Funken

Graphite zu verbrennlich

Allerdings könnte für die nasse Funken auch eine Influenzmaschine anwenden (~~[illegible]~~ 20 plattige Leden bis zu 0·1 Amp) Kaufmann

---

II). Chauvin Rheostatische Maschinen

30, 60, schließlich 120 Condensatoren à ~~[illegible]~~ 37 × 75 cm

1·6 mm dicke Glasplatten; Verbindung mittelst zweier Bubelgriff herstellbar, nicht aber rotirender Cylinder. Bis zu 2 m lange Funken

Funken von benachbarten Metallmassen, Wänden des Zimmers, 30 cm lange Büschel von Electrodendrähten. Braucht statt $\frac{1}{3}$ HP auch 30-40 HP (die bei Transformat...)

2)

Anwendungen

II. Verschiedenheit von Band & Linienspectrum der Gase

Argon rothes & blaues Spectrum.

2000 V waren nöthig, doch sank dabei die Pot. diff. zwischen den [illegible] mitunter bis auf 620 V.

Dabei rothes = Bandenspectrum. Auch wenn Capacität eingeschaltet bleibt dies unverändert, solange die Contacte gut, und Cond. ruhig. Doch als Funkenstrecken eingeschaltet, begann der Cond. zu brummen und das Spectrum wurde blau, und rotirender Spiegel zeigte, dass es intermittirend war.

Einführen von Widerstand oder Selbstinduction verwandelte es wieder in roth; continuirlich, da die Schwingungen gedämpft $e^{-\gamma t}$ $\left(T = \frac{\pi\sqrt{LC}}{\sqrt{1-\frac{R^2C}{4L}}}\right)$

$$\left(\gamma T = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}\,\frac{R}{\sqrt{1-\frac{R^2C}{4L}}} \qquad \gamma = \frac{R}{2L}\right)$$

impedance $= \sqrt{R^2 + mL^2}$

Ebenso mit gewöhnl. Inductors App. blau, aber roth wenn R oder L

. . . . . elektr. Maschine roth, aber blau mit C und [illegible]

Blau wenn in Nähe eines Hertz Oscillators: Talentoscop.

N continuirlich: 10000 V rothe Bandenspectrum.

mit Funkenstr. mehr violett

" grosser " bläulich, die rothen Banden verwisch.

und Condens. helles Linienspectr.; bläulich grün

" " und RL wieder Bandenspectr.; bläulich weiss (gewöhnlicher Fall)

Grund kann sein: die enorm verschiedene Stromstärke in den zwei Fällen 5

z.B. 10 Funken per sec., dauern jeder 10^{-6} sec., also $i = 10^5$ und

so [illegible] contin. Strom = 100 amp, entsprechend aber die Oszillation

wenn $r = 10$, $E = 10\,000$, $i = 1000$

$\frac{1000 \cdot 10000}{746}$ HP wenn das [illegible] eine sec. lang dauern würde

---

In der That wurden auch das blaue H Spektrum bei direktem Strom beobachtet, aber die Röhre [illegible]

Wahrscheinlich Dissociation, bei $H_2 = H + H$ etc.

aber bei Hg muss das Atom zerspalten werden, da hier auch zwei ganz verschiedene [illegible] zu erhalten sind.

Dieselbe Methode angewendet auf Electrolyte < 20 Ohms

z.B. 2 schwarzsteige Cu Platten in Cu SO_4 ... 4 Ohms

nach Kohlrausch Methode sehr schlechter Strom. 10 Ohm

dagegen genau 4 Ohms wenn gereinigt und verkupfert

ebenso mit Pt, wo Kohlrausch Meth. gar nicht anwendbar

also electrolytische Leitfähigkeit unabhängig von Stromstärken.

Die Untersuchung führte über jetzt dazu, die Vacua näher zu untersuchen mit 20000 V noch keine RR; blos violettes Licht in der Röhre wenn erhitzt, Electroden glühend [illegible] RR.

Dagegen mit Planté Batterie über 100,000 V sehr starke Wirkg.

6

Eine einzige Entlad. (10^{-6} sec.) genügt ~~bei den stark Potentiale~~ um Physiol. den Knoch zu schalten bei $V = 10^6$ V; Crookes Röhre wo bei geringem Potential der Funke leicht durch 8" Luft durchschlug wurde bei 10^6 ausgeschaltet

erregte Widerstand nach früh. Methode cca 5 Ohms.

Vacuum breaks down and becomes a conductor (?)

Funken in gewöhnl. Luft:

Selbe R wenn 1" oder 6" lang, aber abnehmend mit EMF

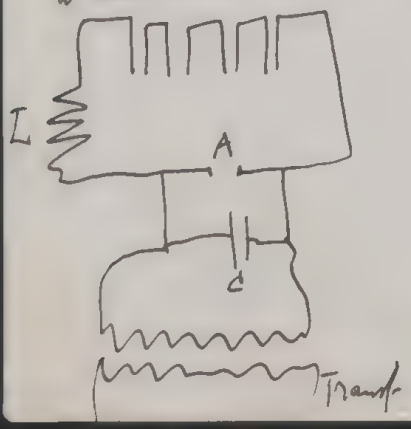
nicht vermehrt durch Compression der Luft auf 4 Atm.

geändert " Material der Electroden, oder Form, oder magnetisches Feld.

(Funken konnten bis zu 3' Länge ausgezogen werden mit ~~bloß~~ seiner Bottung)

Dann zeigten sich in der Photographie übereinandergelagerte continuierliche und discont. Entladungen, wenn 2 Funkenstr. angewendet wurden, 5-6 Oszillationen; dabei nöthig die flammende Entl. dazwischenzuschalten.

Widerstand des Lichtbogens



Widerstand im Kreise AC wird gemessen durch Funken ~~entl.~~ strecke in C, (cca 0.8 Ohms)

μ = Ind. Coeff. c = Cap.

Per $T = \dfrac{\pi\sqrt{\mu c}}{\sqrt{1-\frac{v^2 c}{4\mu}}}$

---

30 cm 2.ass $\frac{1}{16}$" thick (1.6 mm), 15 × 18" sparks 9-10" (25 cm)
afterwards 60 = 1,200.000 V two lever arms, no rotating cylinders
afterwards 120

10000 cells à 2.1 V

lead plates 10 cm² separated by 6 mm

gladen by dynamo (60 V

difficult insulation (no dry wood, but paraffin, mica, vulcanite)

discharge splinter a Geissler tube; usually several million Ohms interposed

water in tubes of rather large diameter; graphite too combustible

---

Argon red glow obtained with 2000 V but actual diff. of pot. from 630 V upwards

introduction of capacity no charge so large as connexions good and condenser quiet; but with spark gap blue spectrum

by revolving mirror seen intermittent

introduction of resistance or of self induction equivalent in changing blue to red, th. i. ~~discon~~ oscillatory to continuous, by damping the oscillations. (Likewise with ordinary induction coil ohm resistance or impedance) In the same way with electrical machine red, but blue with spark gap and condenser. When near a Hertz oscillator, giving blue light therefore argon tube called: Tolentoscope for the study of electrical waves

$\frac{1}{75} \cdot \frac{1}{425}$ ~~[illegible]~~ Cal $= \frac{1}{30000}$

~~[illegible]~~ ~~0,002~~ $10^3 . 10^3 . 10^3$ $\frac{10^4}{3} = 3000^{\circ}$

With nitrogen 10000 V.

~~[illegible]~~ continuous current: channelled spectrum red

with air gap more violet

large red bands disappear, blue appear

with condenser bright line spectrum, bluish green appear

damped by resist. or self ind. channelled spectrum reappears bluish white

(probably the usual with induction coil)

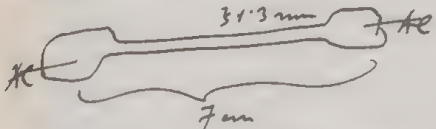
Hydrogen ~~[illegible]~~ white channelled spectrum – at tensions 0·05 – 3 mm

red glow: four lines (C F G H) when ~~[illegible]~~

with increasing impedance other lines reappear

when pressure much different, then no continuous as the resist. of tube itself too great.

Apparent resist to continuous current very great



current about 0·001 amp

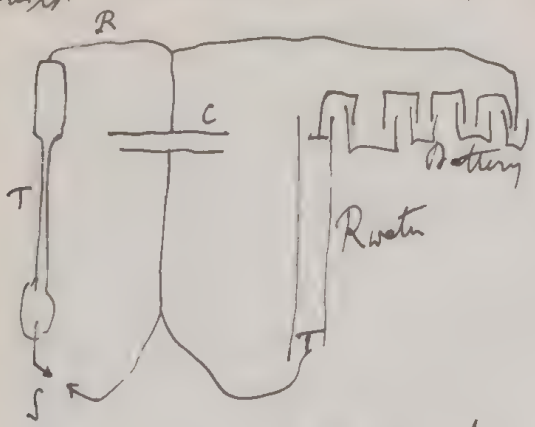
fall of potential very irregular most of it residing at the electrodes after Hittorf; Word the same for the developed heat

Total resistance minimum but resist. of a middle portion constantly decreasing with decrease of ~~[illegible]~~ pressure according to Hittorf

H	
7 mm	2600 V
4	1900
2	1340
1	1100
0·5	1220
0·13	very high

N	
4 mm	2600 V
1·7	1600
0·7	1140
0·3	980
0·13	1700
0·06	2800

Such resistances of course would choke any oscillatory discharge whilst oscillations choked by interposing a few ohms



Light of the tube itself too faint to be photographed, but addition of a spark gap (Cd or Zn electrodes 1·3 mm apart)

When T was replaced by known resistances (manganin wires)

Number of half oscillations (about 500 sparks were taken)

Res.	Cap. = 6000 E.A.U.	18000
0		32
1		21
2	16·0	13
4	9·5	7
7	6·5	4
10	5·0	3
20	2·0	1·7
30	1·0	1

corresp. Resistance of hydr. tube

p	Cap. 6000		18000
10·0	50	0.	15
5	30		15
2	20		10
1·25	15		7
0·31	7		5
0·15	10		5
0·05	11		

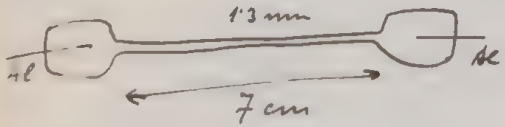
H Weite Bandenspectr. 0·05 – 0·3 mm

dann roth vom Linienspectr. (CFGH) mit grosser C

aber andere Linienspectren wieder successive und ähnlich den Bandenspectren, wenn irgend [illegible]

Wenn Gasdruck zu gross, so bringt man überhaupt keine continuirlichen Entladungen zu Stande.

Was ist der Grund dieser Verschiedenheiten



Scheinbar Widerstand gegen Glimmstrom sehr gross; Stromstärke ca 0·001 Amp.

während Potentialdifferenzen:

H		N	
7 mm	2600	4 mm	2600 V
4	1900	1·7	1600
2	1940	0·7	1140
1	1100	0·3	950
0·5	1220	0·13	1700
0·13	sehr gross	0·06	2800

Also gewisses Minimum für gewissen Druck, ebenso wie schon Hittorf u.a.

das meiste davon dann in der Nähe der Elektrode, bes. Kat.

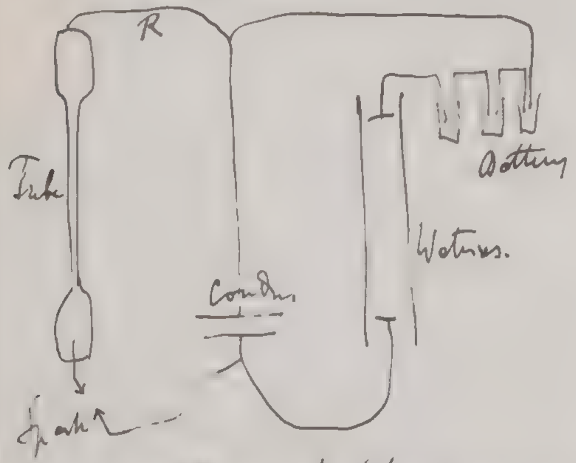
Nach Hittorf nimmt in einem mittleren Stücke die Pot. diff. immer noch ab mit Druck, nur wächst sie sehr sehr in der Nähe der Kathode.

Es schien nun sehr merkwürdig dass solche enormen Widerstände die Oszillationen nicht vollständig dämpfen ($R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ Grenzwert für period. während Hinzufügen von einigen wenigen Ohm –

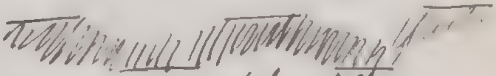
dies schon bewirkte.

Jetzt Messung des Widerstandes nach neuer Methode:

4 Das Licht des Spiegels selbst zu schwach um photogr. zu werden, aber hinzugefügte Funkenstrecke w. Cd oder Zn Spitzen (1·3 mm apart)



Anstatt I bekannte Widerstand eingeführt (Manganindrähte) und dabei die Funken photogr. Anzahl der Schwingungen = Mass für den Widerstand



Anzahl von ½ Schwingungen

Res.	Cap.=6000	18000
0		32
1		21
2	10·0	13
4	9·5	7
7	6·5	4
10	5·0	3
20	2·0	1·7
30	1·0	1

Wasserstoff - Röhre

p	6000	18000
10·0	50	15
5	30	15
2	20	10
1·25	15	7
0·31	7	5
0·15	10	5
0·05	11	-

ähnlich mit N und A

Also Folgerungen:

I. Widerstand für Oscill. Entl. unvergleichlich geringer als für continuirl.
II. desto grösser je kleiner die Stromstärke
III. abnehmend mit Druck bis zu geringen Gas d...
IV. Form der Röhre von grossem Einfluss
V. Natur der Electroden viel weniger Einfluss als bei continuirl. Strom

Conclusions:

I. Resist. to overll. disch. only very small

I greater the less the quantity of electricity

II decreases with ~~tens~~ pressures down to very small pressure

IV form of tube important influence

V electrodes for less effect than with continuous disch

Current strength in the two cases enormously different

f. ex. ten sparks per second; they last about 10^{-6} sec.

therefore current strength at least 10^{6} times ~~as~~ great as of continuous disch. = 100 amp.

In reality several times blue spectrum of H_2 observed with about total current strength but tubes dont ~~hold~~ stand it.

Probable cause = great heat, which dissociates the gas fr. EMF = 10,000

$r = 10 \therefore i = 1000$

$= \frac{1000 \cdot 10000}{746}$ horse power if maintained for a second

Difference in the two kinds of spectra observed in Hg too, therefore ~~not~~ structure of atoms complex

The same method applied to electrolytes, if their resist. < 20 Ω.

20 Ω. 2 for dirty copper plates in [illegible] $CuSO_4$ [illegible] 40.

with Kohlrausch method very poor minima at 10 Ohms

but when cleaned and [illegible] in, excellent minima at 40.

The same for platinum electrodes, when Kohlrausch only with plated surfaces applicable.

Therefore conductivity of electrolytes not changed by great current [illegible]

20000 V not sufficient to start Röntgen rays

tube when heated gave pale white light, electric glowing but no R R.

In contrary with Planté machine up from 100000 V

about 5 Ohms

Resistance of spark gaps in air the same if 1" or 6"

but on increasing the EMF the R decreased

[By drawing quickly apart the terminals of the large battery, a discharge can be produced of 3' in length]

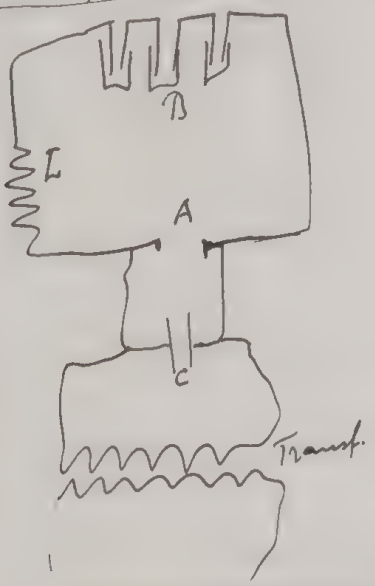
not increased when air compressed to 4 atmos

no difference produced by material of electrodes, nor by their form

no difference by magnetic field

under high electrical stress the media breaks down and becomes a conductor (?)

sparks may be produced until 3' long by drawing apart superimposed oscillations and flaring discharge with 2 ~~gaps~~ 5–6 mill. observed when flame blown out.



Resistance of ~~ar~~ arc between coils
Additional spark in C measures
resistance in circuit A C
resistance of A found to be about 0.80 Ohm

Kelvin : Phil : much less rapid variation of E with distance at great than at small distances, probably constant for large distances.

Now : 1 200 000 V .. 48" = 120 cm nearly prop to Voltage
Elihu Thomson obtained 50–60" by transformers and ~~tat~~
estimated V = 500.000
Hydraulic 100.000

With this apparatus by $\frac{1}{3}$ HP effects will be produced, which require ~~H~~ 30–40 HP when transformers are used.

~~I~~ the wires leading to the spark gap emit brush discharges 12" long
Crookes Tube, which could not be passed by sparks 8" long ...

extreme length of spark 3,000,000 $6'\frac{1}{2} = 2\,m$
whereas 10' should be attained if regular

cause: ~~the~~ burst discharges through the air to the walls and floor of the room. Slight gain when raised by 3' above the floor

The spark preferred to leap through 3 or 4" of air than passing through 1000 Ohms of Chalk

Probably with still higher voltage the resistance would be of the order of metals.

The same with Crookes tubes

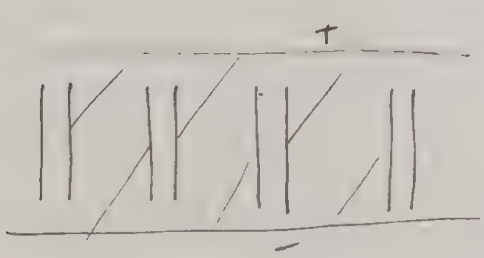
Strong electrostatic field; long sparks to be drawn from neighbouring metallic masses, sparks several mm long from the brick walls of the room

Freyberg U. Ann 38 p. 231 (1889)

	r=0·50	r=6·0
0·1	5050	4530
0·2	8600	7900
0·3	11100	10500
0·4	13500	12800
0·5	15100	16400
0·6	16600	19200
0·8	18400	26000
1·0	19500	31600
1·2	21400	35000
1·4	22500	41400
5·0	30700	

~~Hydrüller~~

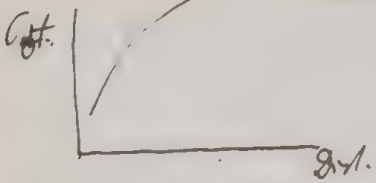
Oberbeck p. 109 (1897) 60,000 can produce more than 10 cm



$1' = 0{\cdot}3045$

$1'' = 0{\cdot}02538$

Kelvin 1860: $E = \frac{\text{Pot.}}{\text{Dist.}}$ vorsetzt viel weniger weit bis größere Distanz



1200.000 V geben 48" = 120 cm Funken nahezu prop. der Spg.
(Schon Elihu Thomson hatte 50-60" mittelst Transformator erhalten, er schätzte V = 500.000, Hydroviller meinte, dass dies zu groß sei = 100.000)
3.000000 V = $6\frac{1}{2}$' = 2m während 10' erreicht wurde nahezu prop.
Grund: Nebenschluss durch die Büschel Entladung
Etwas mehr wenn 3' erhoben über Boden.
Gieng lieber durch 3-4" Luft als 1000 ohm $CuSO_4$
Für höheren Potential wahrscheinlich von der Ordnung der Metalle.

Dies erscheint nicht gar so überraschend: Wirkung Sammler Röhre continuierl.
Strom: Stickstoff 0·6 mm
500 Elemente; Pot. diff. 133 ; $i = 244$ 10^{-6} Amp
1000 173 $i = 11.190$ "

[illegible]

	Atomg.	Dichte	Siedep.	krit. Temp.	kr. Druck	Schmelzp.	η	$\frac{n^2-1}{n^2+2}$	Pion. Dichte
H_2	1·008	1	238 ± Dw 243 Ow	−223 234	~15		0·458	0·4733	0·07
He	4·28	2·1					0·96	0·146	?
N_2	14·04	14	−194	−146	35	−214	0·873	1·0163	0·885
O_2	10	16	−182	−119	50		1·00	0·9243	1·124
Ne	19·2	9·5					?	?	?
A	39·88	20	−187·0	−121·0	50·6	189·6	1·21	0·9596	1·5
NtA	39·75	20					?		
Kr	45 ?	22·5					?		
Xe	?	?					?		
Fl_2	19·1	19·1	−187	?	?	<210		?	1·14
Cl_2	35·45	34·55	−33·6	+146°	93·5	−102	0·693	2·623	1·33
CO_2			−80	+31	74	−65	0=1 0·735	$\Sigma\mu=1$	
CH_4			−164	−82	55	−185·4	0·562	1·526 2·302	0·995 (−100°) 0·415

$c = \sqrt{\frac{p}{\rho}}$ $\quad \mu = \rho \frac{c^2}{3}$ $\quad \mu = \rho c \lambda$

$c = \sqrt{\frac{3\mu}{\rho}}$ $\quad \lambda = \frac{\mu}{\rho c} = \frac{\mu}{\rho}\sqrt{\frac{\rho}{3\mu}} = \frac{\mu}{\sqrt{3\mu\rho}}$

Absorptionscoeff. in H_2O		$\lambda = 10^{-5}$
H_2	0·0193	1·85
He	0·0072	2·66
N_2	0·0145	0·986
O_2	0·0299	1·059
Luft	0·0179	1·0
A	0·04	1·10
Cl_2	2·3	0·474
CO_2	1·002	0·680
CH_4	0·039	

Tomer 91 (4.855)

M_2O	MO	M_2O_3	MO_2	M_2O_5	MO_3	M_2O_7	MO_4
H 1.008			MH_4	MH_3	MH_2	MH	
Li 7	Be 9	B 11	C 12	N 14	O 16	Fl 19	
Na 23	Mg 24.4	Al 27.1	Si 28.4	P 31.0	S 32.1	Cl 35.4	
K 39 Cu 63.6	Ca 40 Zn 65.4	Sc 44 Ga 70.1	Ti 48 Ge 72.5	V 51 As 75	Cr 52 Se 79	Mn 55 Br 80	Fe 56 Ni 59 Co 59
Rb 85	Sr 88						

Reihenfolge der Flüchtigkeit = H, He, N, A, O, Kr | Ne, Metagas, X.

Faraday 2 Methoden (1823) Umgebogenes Rohr
(1849) Compression & Abkühlung durch CO_2

CO_2 in Äther / Luftpumpe Abkühlung −78°
im Vacuum −130°

Cailletet ~~& Pictet~~ (1879) Oberfläch. Verdichtung
Pictet (1879) Abkühlg. auf −130° und pl. Verdichtung

Daher Nebel von O, N, CO, H
im letzteren Fall O flüssige Tropfen

Wroblewski & Olszewski verwendeten Äthylen

Äthylen { krit. T.
Siedep. −102·4
~~[illegible]~~ 10mm −152°

enthält O, N, CO flüssig

O { kr. ~~[illegible]~~ −118°
S. −181°
20mm −200·4°

CO { kr. −141°
S. −190°
E. (100mm) −199°
40mm −201·6°

N { kr. −146·4°
S. −193°
E. 70mm −203°
42mm −206° 4mm −225°

~~[illegible]~~ −181°
behufs H: (1884) Aufhalten
Wroblewski plötzl. Expansion: Nebel
(1885)
Bestimmung der Isotherm
~~[illegible]~~ krit. Temp. −240°

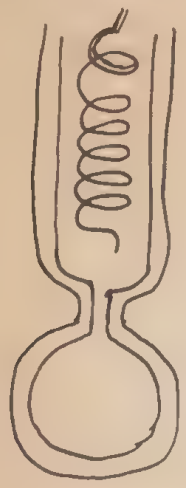
Olszewski (1895) mittelst flüssig N auf −213°

langsame Druckverminderung
bei 20 Atm. Aufbrausen und Aufwallen

kr. T. −234°
Sied. −243°

Argon kr. −121°
S. −187°
E.

Dewar 10/V 98 H: −205°



theor. Dichte −015 (aus Amagat's 1)

$N_2 < \gamma_8$

farblos, durchsichtig

12/V : 50 ccm

O wird fest, ebenso Luft

He flüssig

Cavendish hatte schon bemerkt, dass bei Entfernung von O, N aus Luft noch Rest bleibt

Sept. 1894: Rayleigh & Ramsay; bemerkt verschiedene spec. G. von N { 0.0012511 rein / 0.0012572 atm.

O wird entfernt aus Luft mittelst P_3 oder alkalischer Pyrogallussäure 60

oder durch glühendes Cu

N durch Absorption mittelst Al [$= Al_3N$] oder glühendes Mg [Mg_3N_2]

oder auch nach Cavendish durch electr. Entladung mit O

bleibt 0.937 Volum % (= 1.186 Volum % von N) von Argon übrig

Eigenthüml. Spectrum

Dichte = 19.94 (O=16) $\frac{c_p}{c_v} = 1.66$ also Atomgew. = 39.88

Vergebl. Versuche Chemische Verbindungen nur Derivat mit C_6H_6

eine Harzartige 15.

1895: Ramsay: Clevegas (Ringe & Teschemacher) 17.2 cm³ auf 1 gr Helium = D_3 (Sonnenkorona)
mit H_2SO_4

ebenso Uranpechblende

Bröggerit	1 cm³
Samarskit	0.6 "
Fergusonit	1.1 "

Von letzterem Gas: 54.7 % H_2
13.9 CO_2
31.2 He

Dichte 2.12 – 2.18
d 2.14 Sohn – Ton – 4.18

Durch Diffusion verschiedene Dichtigkeit, bezieht nur auf A

6 Linien im Spectrum

Von Argon trennbar durch Wasser. Absorption $\frac{c_p}{c_v} = 1.66$

Derivat Verbindungen mit CS_2 Eigenth. Spectrum SS 20
C_6H_6 Kohlenartige Masse; D E f 1.4

Ramsay fasste diese als Glieder einer besonderen Gruppe auf und suchte nun nach den übrigen (eines mit $l = 20$, $\sim 8\,V\,00$)

19/VII 1897 Brit. Ass. Toronto Soviel ohne Erfolg gesucht. (unentdeckter Gas)

1898 Ramsay, Travers, Aston Physikalische Gesellschaft

750 cm³ flüssige Luft von Dr. Hampson langsam verdampft mit Ausnahme der letzten 10 cm³; daraus O und N entfernt bleiben 26·2 cm³ eines Gases, welches A Spektrum zeigte außerdem aber noch ein anderes = Kr

Dichte = 22·5 (O₂=16) $\frac{C_p}{C_v} = 1{\cdot}666$, weniger flüchtig als O, N, A

Rayleigh bemerkt, dass die grüne Linie übereinstimmt mit Nordlicht und schlägt Krypton vor

---

Derselben: 18 Liter A hergestellt; bei Verflüssigung schied sich ein fester Körper ab; nachdem A verflüchtigt war, blieben 2 Fractionen à 75 cm³ davon übrig als Gas.

Erstere Fraction eigenthüml. Spectrum = Neon, besonders auffallend orange Färbung

Na	D_1	589·5·0
	D_2	5889·0
He	D_3	5875·9
Kr	D_4	5866·5
Ne	D_5	5849·6

$\frac{C_p}{C_v} = 1{\cdot}66$, vorläufig Dichte = 14·66 aber wahrscheinlich noch unrein

wird von Alum. Electr. absorbirt [im Gegensatz A, He, Kr]

Zweite Fraction, sehr complicirtes Spectrum [Linien ... Disp. ... 26 ...; ...]

Metargon, Dichte = 19·87, $\frac{C_p}{C_v} = 1{\cdot}66$

Ist noch fest bei Siedetemp., während Kr schon verflüchtigt daher lässt sich nicht erhalten

---

Brit. Assoc. in Bristol: Neon gereinigt Dichte = 19·2 [1:40000]; ... Kr ...

Xenon ... aus ...; Spekt. ... A ...; ...

Verhandlungen Bericht über d. Philosophische Gesellschaft. 1898.

„Ist die Voraussetzung der Einfachheit der letzten Naturgesetze logisch berechtigt?"

Meine Herren!

Zur Erklärung des Gegenstandes unserer heutigen Discussion habe ich eigentlich nicht viel zu sagen; worum es sich uns handelt, ist ~~noch~~ durch den Wortlaut des Themas ~~ziemlich~~ klar ausgedrückt: „Ist die Voraussetzung der Einfachheit der letzten Naturgesetze logisch berechtigt?"

Es ~~ist~~ wird ja der Satz, dass die letzten Naturgesetze, also die Gesetze, welche ~~den~~ allen Vorgängen der organischen und anorganischen Natur zu Grunde liegen, einfacher Art sein müssten, gradezu ~~zu~~ als ein~~e~~ unumstößliches Dogma ~~gewissen~~ betrachtet.

Wir sind schon als Kinder gewöhnt worden, daran zu glauben, fast in jedem philosophischen Werke, welches diese Dinge berührt, ~~a~~ lesen wir diesen ~~Ausdruck~~ Satz, und ich glaube nicht, dass von einem Philosophen jemals die gegentheilige Ansicht geäussert worden ist; insbesondere sind es aber auch die sogenannten

populär-naturwissenschaftlichen Bücher, ~~die~~ welche für diese Ansicht ~~immer hervorgehoben wird~~ eintreten.

Wir selber sind so sehr daran gewöhnt, dass es uns im ersten Moment geradezu als ein Paradoxon vorkommt, wenn ~~man~~ jemand behauptet, die Naturgesetze brauchten nicht einfach zu sein.

Trotzdem müssen wir daran gehen, vorurtheilsfrei die Gründe pro und contra zu erwägen.

Die meisten Anhänger jenes Satzes sind wohl solche, welche ~~irgend~~ an irgend ein philosophisch-metaphysisches System glauben, an irgend eine Art von prästabilirter Harmonie oder an eine ursprüngliche höchst weise und zweckmässige Einrichtung u. dergl., ~~welche~~ und welche dann folgerichtig auch an die Einfachheit der Naturgesetze glauben. ~~Dann zählen auch jene welche bei~~ Solche pflegen auch häufig ihre Ansicht als a priori evident hinzustellen.

Um sie zu widerlegen, müsste man natürlich ihr metaphysisches System widerlegen, welches sie immer als Argument ins Treffen führen werden, und darauf könnten wir uns hier jedenfalls jetzt nicht einlassen.

Es bleiben aber jene Anhänger der Einfachheit der Naturgesetze übrig, welche diesen Satz als empirisch bewiesen hinstellen, indem sie sich auf die Einfachheit gewisser physikalischen Gesetze hinweisen,

und ~~auf~~ diese Argumentation ~~können~~ wollen wir hier näher untersuchen.

Es ist nun keineswegs meine Aufgabe, einen abgeschlossenen Vortrag über diesen Gegenstand zu halten, sondern ich habe blos das Thema zu erläutern und die Anregung zu der Discussion darüber ~~anzuregen~~ zu geben. Ich glaube nun, ~~[illegible]~~ es wird diesbezüglich am besten sein, wenn ich ~~[illegible]~~ gar nicht versuche, als unparteischer Richter aufzutreten, sondern von vornherein die Rolle eines Advocaten für die eine Partei ergreife, nämlich für die Partei der Zweifler, nachdem ich wohl voraussetzen kann, dass die meisten Anwesenden der ~~Partei~~ Gegenpartei angehören werden.

Dies thue ich umsolicher, als ich thatsächlich ~~glaube~~ der Meinung bin, dass man viel zu voreilig ~~aus der Einfachheit der Naturgesetze zu glauben pflegt~~ aus einer kritiklosen jenen Satz ~~für wahr zu halten~~ annehmen pflegt, und da ich glaube, dass ~~durch~~ solche Vorurtheile für die Physik und Philosophie leicht nachtheilig werden können.

Ich will natürlich nicht behaupten, dass die letzten Naturgesetze wenn das der Fall wäre, zweifelhaft sein müssen, sondern nur, dass man nicht hinreichenden Grund hat, sie nothwendig für einfach zu halten.

Es wäre nun eigentlich wünschenswert, wenn wir zuerst definiren ~~Begriffe~~ würden, was wir unter letzten Naturgesetzen, und was wir unter Einfachheit derselben verstehen, damit wir nicht in bloße Wortstreitigkeiten verfallen. ~~Als Naturgesetze wollen wir~~

Eine Definition des Begriffes Naturgesetze würde sich wohl kaum ohne längere erkenntnistheoretische Auseinandersetzung (welche ich gerne vermeiden würde) geben lassen; wenn es sich im Laufe der Discussion als nöthig herausstellen sollte, können wir ja darauf zurückkommen; einstweilen dürfte es genügen wenn wir darunter die physikalisch Grundgesetze (physikalisch im weiteren Sinn) verstehen, also z.B. ~~etwas wie das~~ nach Art des Newton'schen Gravitationsgesetzes.

Es ist nun wohl selbstverständlich, dass ein jedes Naturgesetz in einem gewissen Sinne einfach genannt werden kann, insofern nämlich, als das Gesetz eine Menge verschiedener Fälle in eine einzige Formel zusammenfasst; ~~doch~~ diese Art von Einfachheit wird wohl nicht bestritten werden können, sie ist aber auch in jenem Ausspruche nicht gemeint, sonst wäre er ja ein Tautologismus. Die Einfachheit muss sich vielmehr auf die mathematische Form des Gesetzes selbst beziehen; wenn also das Gesetz durch eine besonders einfache Formel gegeben ist, z.B. wenn nur ganze Zahlen, 1, 2, 3 vorkommen, so werden wir es

einfach nennen wd. Gravitationsgesetz $\frac{m}{r^2}$

Ein Gesetz $\frac{1}{r^{2001}}$ oder $\frac{1}{r^2} + \frac{13}{r^4}$ würden wir nicht einfach nennen

Es werden nun nicht viele Leute behaupten wollen, dass die Gesetze der heutigen Physik so besonders einfach wären, aber man sagt ja, dass die Physik immer weiter fortschreiten werde und dass die Gesetze immer mehr vereinfacht würden.

Ich kann mich nun nicht auf einen Propheten hinausspielen und erzählen, wie die Physik einstens aussehen wird, aber ich möchte doch darauf hinweisen, dass es in der neuesten Zeit auf dem rein induktiven Wege gar nicht den Anschein hat, als ob die physikalischen Gesetze einfacher würden, im Gegentheil, sie werden immer complicirter.

Das Newton'sche Gravitationsgesetz kann wohl als Typus eines Naturgesetzes von universeller Bedeutung gelten, und es gilt auch meistens als ein Hauptargument für die Einfachheit. Warum ~~wd~~ würde denn sonst gerade der Zweier im Exponenten stehen, warum nicht 2001? Es scheint dies doch für die Einfachheit zu sprechen.

Nun haben sich aber in den letzten Jahrzehnten die Ansichten über dieses Gesetz gewaltig geändert; ~~man~~ die Physiker sehen es nur als eine – allerdings innerhalb sehr grosser Grenzen mit grosser

Genauigkeit gültige Annäherungsformeln. Es ist wohl jetzt meist die Ansicht verbreitet, dass die Gravitationskraft eine gewisse Zeit braucht, um sich im Raume fortzupflanzen, ebenso wie die electrische und magnetischen Kräfte; wenn sie aber nicht momentan wirkt, so wird auch das Newton'sche Gesetz für bewegte Körper nicht mehr streng gültig sein. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit müsste zwar nach mehreren Berechnungen vielleicht noch ~~wahrscheinlich~~ größer angenommen werden als die Lichtgeschwindigkeit, ~~doch~~ aber dies ist ja kein Hindernis.

Doch diese Überlegungen entbehren noch zu sehr einer experimentellen Grundlage, dagegen ist es wohl unzweifelhaft, dass das Newton'sche Gesetz für äusserst kleine Entfernungen, von der Größenordnung der molecularen Distanzen nicht gültig ist. Man pflegt die noch vielfach Kraft, die dann wirkt als „Molecularkraft" dem Newton'schen Gesetze an die Seite zu stellen, doch dies ist offenbar nichts anderes, als eine Umschreibung der Thatsache, dass die Molecüle nur für relativ grosse Entfernungen eine Kraft ausüben, welche prop. $\frac{1}{r^2}$ ist, dass dagegen für kleine Entfernungen (andere Glieder des — —) das Wirkungsgesetz ganz anders ist. Als die kinetische Gastheorie in ihren Anfängen war, glaubte man, dass es genügen würde andere Glieder von der Form $m \cdot \frac{A}{r^5}$

hinzuzufügen. Das hat sich als unzureichend herausgestellt; will man manche Erscheinungen der Wärmeleitung, die Dissociation, die Krystallstructur, die Elasticitätsgesetze u.s.w. erklären, so muss man annehmen, dass die Molecüle verschiedenen nach verschiedenen Richtungen des Raumes verschiedene ~~Wirkung~~ Kraft ausüben.

Wir in folgender Art

Wir sind noch nicht weit genug, um diese Kraftvertheilung wirklich zu bestimmen, aber dass man derartige Annahmen machen müsse, ist gewiss. Wo ist da die Allgemeingültigkeit des schönen Gesetzes $\frac{1}{r^2}$ hingerathen?

Ein anderes Beispiel welches noch lehrreicher ist, bietet die Electricitätslehre. Diese wurde begründet auf dem Coulombschen Gesetz, wonach zwei Electricitäts Partikel sich anziehen resp. abstoßen wie $\frac{1}{r^2}$, dasselbe Gesetz sollte für zwei magnetische Partikeln gelten, sowie ein ganz analoges, ~~für~~ nach Biot und Savart, für die Kraftwirkungen der Elementen eines Stromleiters und einem Magneten. Da hätten wir gleich 3 Gesetze von derselben merkwürdigen Einfachheit

wie das Newton'sche. Und was ist nun aus diesen Gesetzen geworden? Beim Fortschritt der Wissenschaft ~~sog~~ erwiesen sie sich sämmtlich als ungenügend; sie gelten jedenfalls sehr genau für ruhende Körper, für stationäre Ströme etc., aber nicht mehr, wenn sehr rasche Veränderungen in der Lage etc. vor sich gehen.

Nun ist an Stelle dieser ~~Gleichung~~ Gesetze das Maxwell'sche Gleichungssystem getreten. Ich glaube jemand, der zum ersten Male diese Dinge studirt, würde lebhaft dagegen protestiren, dass die Maxwell'schen Gesetze einfach genannt werden, und es unterliegt keinem Zweifel, dass man ~~wird~~ sie noch complicirter wird gestalten müssen, ~~indem man weitere Constanten hinzufügt~~ wenn man manche Erscheinungen wie remanenten Magnetismus, Veränderlichkeit der Permeabilität etc. berücksichtigen will.

Trotzdem bilden die Maxwell'schen Gleichungen einen kolossalen Fortschritt, aber nicht weil sie einfacher und nicht weil sie complicirter sind als das Coulomb'sche Gesetz u.s.w. sondern weil sie Erscheinungen umfassen, welche außerhalb jener Gesetze fallen.

~~und auf diese Argumentation wollen wir hier näher eingehen.~~

Es setzt sich die physikalische Forschung aus zwei, gewissermaßen entgegengesetzten Thätigkeiten zusammen; einer ist die vereinfachende, die zufolge verschiedener Erklärungssysteme aufgestellt werden und, sobald ein gewisses sich als einfachstes erweist, die übrigen als unpractisch aufgegeben werden; ~~dann~~ dem wirkt aber eine andere Thätigkeit entgegen, es werden nämlich immer neue Phänomene entdeckt, Abweichungen von den alten Gesetzen werden gefunden, welche eine fortwährende Abänderung und Complication der Grundgesetze erforderlich machen, wenn man will, dass diese auch jene Erscheinungen umfassen.

Das letzte Beispiel ist aber auch aus einem anderen Grunde sehr lehrreich, weil es zeigt, wie ~~eine~~ jene scheinbare Einfachheit oder Regelmäßigkeit in die Formeln hineinkommen kann.

Die Maxwell'schen Gleichungen enthalten nirgends jenen ominösen Zweier (im Exponenten). Dieser Zweier kommt nur in die daraus abgeleiteten Gesetze, wie das Coulomb'sche etc. hinein, und zwar nur in Folge gewisser ganz allgemein giltiger geometrischer Sätze.

Diese Sätze ~~konnten~~ ~~sind~~ waren Gleichwohl schon früher bekannt sind aber wohl erst durch die Quaternionen Rechnung, namentlich von Heaviside, ins richtige Licht gestellt worden. Sie beruhen darauf, dass eine ganz ~~beliebig~~ im Raume vertheilte Function

als die Abgeleitete

immer aus der Summe zweier Potentiale, eines Vector und eines Scalar Potentials dargestellt werden kann, und ~~im Ausdrucke für das Potential~~ es kommt dann im Ausdrucke für diese Abgeleitete zufolge rein mathematischer oder geometrischer Überlegungen, der Exponent 2 in den Nenner als $\frac{1}{r^2}$. Ich kann mich auf diese etwas complicirten mathematischen Auseinandersetzungen nicht näher einlassen; ~~möchte nur bemerken, dass man~~ wenn man aber näher darauf eingeht, sieht man, dass der letzte Grund für diesen Zweier, also für die schönere Einfachheit des Coulomb'schen etc. Gesetzes darin liegt, dass der Raum gerade nur 3 Dimensionen hat und eine Fläche gerade nur 2 Dimensionen, nicht aber 2·1 Dimensionen etc. ~~Dann wird also im grossen~~ Wenn man also ganz beliebig complicirte Raum-Functionen hat, wird man immer im Stande sein, in grossen daraus abgeleiteten mathematischen Ausdrücken merkwürdige Einfachheit und Zahlensymmetrie nachzuweisen.

So könnte man sich beinahe versucht fühlen zu sagen: Gerade die letzten Naturgesetze sind irgend welcher, vielleicht recht complicirter Art, und ~~dann~~ ~~die~~ zur grosse daraus abgeleitete Gesetze werden merkwürdige Einfachheit zeigen, zufolge ganz allgemein geometrischer Grundsätze. ~~Ich denke~~

Ich bin weit entfernt davon diesen Satz als ~~richtig~~ (dieser Wärme beizufügen und meine persönliche Stimmung) hinzustellen, ~~meine persönliche Stimmung ist~~ (ich glaube), dass man damit etwas weit über die Thatsachen, die wir wissen, hinausgehen würde, ~~wie~~ (als) es die Anhänger der unbedingten Einheit (fest) der Naturgesetze thun; ~~wäre also~~ da ich aber nun schon einmal in der Rolle eines Zweiflers auftrete, so will ich noch einige Beispiele dafür anführen, (und zeigen) dass auf einer ~~hohen~~ grossen Entwicklungsstufe der Physik höchst einfache und auch sehr annähernd richtige Gesetze aufgestellt werden, die sich beim weiteren Fortschritte als unzureichend erwiesen, und auf complicirtere Gesetze zurückgeführt werden; ~~und dass wir~~ auch diese Beispiele ~~werden~~ (scheinen) weiters zu zeigen dass eine ~~Regelmässigkeiten~~ (scheinbare Einfachheit) nur ~~durch~~ infolge rein geometrischer Verhältnisse hineinkommt.

So z.B. das Gesetz, dass Lichtstärke im verkehrten Quadrat der Entfernung von der Lichtquelle abnimmt; da kommt wieder das grosse $\frac{1}{r^2}$ vor; ~~auf einen~~ man könnte es vielleicht als ein einfaches Naturgesetz auffassen, aber da liegt es ja auf der Hand, dass die Einfachheit nur darin liegt, dass dieselbe Strahlenmenge sich auf eine Fläche ausbreitet, die im Verhältniss r^2 wächst, wenn ihre Distanz zunimmt wie r. ~~Auch~~ ~~Die~~ (Mit welcher der) Art von Optik wo man das Licht als aus Lichtstrahlen bestehend auffasst, also der

sogenannten geometrischen Optik kommt man recht weit, aber sie ~~genügt nicht zur Erklärung~~ umfasst nicht mehr die Beugungs und 12
Interferenz Erscheinungen, da kommt dann schon die complicirtere Theorie der Wellen-Optik und diese ist endlich heutzutage auf die schon erwähnten, gar nicht einfachen Maxwell'schen Electricitätsgleichungen zurückgeführt.

Ein anderes Beispiel sind die schwingenden Saiten und überhaupt die Akustik. Sind das nicht merkwürdig einfache Erscheinungen, dass die Schwingungszahlen der Saiten sich gerade verhalten wie die ganzen Zahlen 1, 2, 3, 4, ---? Da sind doch gerade die abgeleiteten Erscheinungen, das Einfache, nicht das zu Grunde liegende Gesetz. Man könnte nun sagen: Die Einfachheit liegt ja eben in dem Factor 1 des Hooke'schen Elasticitätsgesetzes: Ut tensio sic vis. Kraft = $1 \times$ (Deformation)^1 u.s.w. Dem gegenüber ist aber zu entwerfen, dass das Gesetz, soweit es richtig ist, nämlich für unendlich kleine Deformationen, selbstverständlich ist; das beruht eben darauf, dass eine jede Function, in der unmittelbaren Umgebung eines Punktes (abgesehen von singulären Punkten) sich verhält wie eine lineare Function. Für größere Deformationen gilt aber das Hooke'sche Gesetz gar nicht, die Verhältnisse sind dann so complicirt, dass man sie bis heute noch nicht hat mathematisch

formuliren können. Man würde ja in der That ganz dieselben merkwürdig einfachen Zahlenverhältnisse bekommen, ganz dieselbe Akustik unter Annahme irgend eines auch ungemein complicirten Grundgesetzes der Elasticität, od. wenn man annimmt dass die Riedchen nach $\sqrt{r \sin(r^{21})} + r^{3.5} \operatorname{tg}(1-r)$ einander stören, wenn sie auf eine Gerade aufgefädelt sind. etc.

Ich glaube nun, dass ich in der Rolle eines Skeptikers für jetzt genug gethan habe, und dass da hinreichendes Material vorhanden ist, welches den Glauben an die Einfachheit der letzten Naturgesetze erschüttern soll. Argumente, die dafür sprechen, habe ich nicht ~~erwähnt~~ angeführt, es werden ~~dass~~ ~~sie~~ hierüber im Laufe der Discussion wohl bald zur Sprache kommen.
genügend besprochen werden.

Wirbel Vortices mehr --
[illegible]
[illegible] als Adjunct für eine Carte

Newton 1 [illegible]

Electr. 1

[illegible]

Jest to ~~[illegible]~~ prawą śmiałością strony mojej ~~do tego~~, że adeptowałem się ~~zdecydować~~ na odczyt o przedmiocie ~~[illegible]~~ z fizyki doświadczalnej; albowiem nauki ścisłe, aż dotąd wcale nie cieszą się zbyt wielkim uznaniem w towarzystwie ~~[illegible]~~ salonowym w konwersacyi między ludźmi wykształconymi ale niefachowcami.

Zdaje się to dziwnem; przecież żyjemy we wieku niebywałego aż dotąd rozwoju właśnie tych nauk ścisłych, ~~[illegible]~~ i niebywałego ~~wydoskonalenia~~ postępu techniki, na nich zbudowanej; żyjemy we wieku pary i elektryczności, używamy kolei żelaznych, elektrycznych, używamy telegrafów, telefonów, światła elektrycznego; ale przecież jest faktem że ogół publiczności i nawet ~~[illegible]~~ ludzie ~~[illegible]~~ wykształceni mało interesują się temi przedmiotami i prawie nie mają wyobrażenia o postępach dokonanych na ~~tym~~ tem polu.

W ~~[illegible]~~ salonach słyszymy rozmowy o muzyce, o sztukach pięknych, o literaturze, nawet o filozofii; ~~[illegible]~~

3

Czy Pani czytała powieść najnowszą Sienkiewicza? Naturalnie. A co Pan sądzisz o ~~Thomsona Demonstrator Schwarz~~ szczegółowiatach?

Jakby spoglądano na Pana, którego gdyby uczynić, ktoryby się spytał: Czy Pani wierzy w ~~[illegible]~~ przypuszczenie najnowsze Thomsona co do promieni katodalnych? Albo gdyby ów Pan zaczął dysputować o ~~[illegible]~~ dobrych i ujemnych stron ~~[illegible]~~ lampki elektrycznej Nernsta wobec lampki Edisona! To to mędziarz, to niemożliwy człowiek w towarzystwie!

Dlaczego fizyka, lub w ogóle nauki ścisłe są tak upośledzone w towarzystwie że zostają nabytkiem prawie wyłącznym uczonych lub techników fachowych? Nie można się skarżyć żeby ~~[illegible]~~ brak książek napisanych w sposób dostępny lub też czasopism popularno-naukowych; egzystują też wcale dobre polskie czasopisma tego rodzaju jak n. p. Wszechświat — ale nikt ich nie czyta. Częściowo może przyczynia się do tego pewien konserwatyzm który zawsze jeszcze utrzymuje że te nauki nie są potrzebne ~~[illegible]~~ do wykształcenia ogólnego, ale zdaje się że główna przyczyna jest ta że nauk doświadczalnych jak fizyki nie można się uczyć wyłącznie z książek, teoretycznie; ~~[illegible]~~ do ich zrozumienia

są niezbędne doświadczenia ~~[illegible]~~ naoczne, namacalne z tyd — a ~~[illegible]~~ wielka powstaje trudności.

Zostanie stworzonym tu w Wiedniu ~~[illegible]~~, tego roku jeszcze, instytut pod nazwą Urania na wzór berlińskiej Urania, w którym za zapłatą kilku dziesięciu shillingów każdemu będzie wolno robić doświadczenia fizyczne i chemiczne aparatami tam wystawionemi według opisów i instrukcyi tamże zgłoszonych. O znakomitej działalności takiego instytutu, wzbudzającego interes i zamiłowanie do nauk ścisłych, można się przekonać oglądając berlińską Uranię, i gdyby tu już istniał taki instytut, to bym nic lepszego nie mógł zrobić jak zaprosić tamtejszych Szanownych Pań i Panów ~~do towarzystwa~~ na zabawę umiejętnicą, ale ponieważ ~~tego jeszcze nie ma~~ nie jesteśmy jeszcze w tem położeniu, więc muszę się ~~[illegible]~~ zadowolnić tem, aby sam mojemi aparatami primitywnemi, któremi się zabawiałem za ~~[illegible]~~ czasów gimnazyalnych pokazywać ~~doświadczenia~~ doświadczenia które można niemi dokonać. Jest to dosyć trudną, bo jak wspomniałem, ~~[illegible]~~ aparata te są pod wielu względami niewystarczające, ale może mi się przecież uda przekonać niektóre z ~~[illegible]~~ Szanownych Pań, że fizyka nie jest ~~[illegible]~~ zmiór tak bardzo sucha, mdła ani tak trudna do zrozumienia jak jest uważaną; będę doprawdy zadowolony i

uszczęśliwionym jeśli zdołam osiągnąć przynajmniej ten rezultat.

Jako przedmiot obrałem zjawiska elektryczno-optyczne, t. j. takie ~~przy~~ których za pomocą elektryczności w jakiś obliczając, w jakiś sposób powstają objawy światła, bo zdawało mi się że ~~te~~ tą części fizyki może najwięcej jeszcze może zabudzić ogólnego interesu a także dlatego bo właśnie na tem polu najwięcej zostało dokonanych nowych odkryć w ostatnich latach. Z punktu widzenia mniejszego wreszcie są one szczególnie interesujące ze względu na teorię elektryczną światła, według której światło nie byłoby nic innego jak falowanie elektryczne, i można się spodziewać że przy bliższem ich zbadaniu uda się nareszcie stanowcze rozstrzygnięcie, czy ta teorya jest prawdziwą lub nie.

Zastanówmy się najpierw w jaki sposób ~~zwykle~~ zwykle powstaje światło. ~~Szczególniej~~ Przypadek ~~najczęstszy~~ najzwyklejszy i najlepiej znany, w którym ~~przed~~ okazują się ~~w~~ zjawiska świetlne, jest ogrzewanie ciał, mianowicie ciał stałych. Węgle rozżarzone w piecu, blacha albo żelazko rozpalone do czerwoności są przykłady znane każdej kucharce. Ale tego z nich już możemy się nauczyć, że światło wydawane

przez ciała gorące ma barwę czerwonawą, jeżeli temperatura nie jest jeszcze bardzo wysoka (t.j. gdy wynosi 500–800°), gdy gorąco staje się większe, barwa staje się żółtą a przy bardzo wysokich temperaturach białawą.

Także światło świecy, lub lampy naftowej, światło gazowe nie różni się zasadniczo od światła węgla żarzącego. W tych płomieniach światło zostaje wytworzone przez żarzące się cząsteczki węgla mikroskopicznej małości, które są ogrzane przez proces chemiczny palenia. Że doprawdy węgiel jest obecny w płomieniu takim łatwo można przekonać się trzymając kawał żelaza lub porcelany zimnej przy płomieniu, wtedy węgiel osadza się na nim jako sadza. Gaz gorący sam przez się bardzo mało wydaje światła, lepiej więc używać gorąco wytworzone przez niego aby ogrzewać ciało inne i doprowadzić je do żarzenia silnego.

Ta myśl jest urzeczywistniona w świetle Auera. Jest to zwykły płomień gazowy bardzo gorący ale mało światła wydający, na którym jest osadzona siatka ze substancji ogniotrwałych we formie pończochy. Ta zostaje rozpalona przez płomień gazowy do nadzwyczaj silnego żaru i wydaje przy tem światło bardzo

jasne, prawie całkiem białe.

W wszystkich tych wypadkach ciała wydawają więc światło jedynie wskutek dzięki wysokiej ich temperatury; ale ~~istnieją takie zdarzenia takie co~~ znajdują się takie ciała, które są w stanie wydawać światło, ~~dawać~~ pod pewnemi warunkami, choć nie są ~~ogrzane, tylko pobudzone~~ lub też nazwiskiem ogólniejszym: luminescencyą ogrzane, to zjawisko, wtedy nazywamy fosforescencyą.

Już samo nazwisko wskazuje przykład ~~najlepszy~~ najogólniej znany fosforescencyi t. j. świecenie się w ciemności fosforu, które ~~mogły~~ widzimy, gdy n. p. w ciemności drzewy zapałki zapałki fosforowe tak zwane siarkówki. W tym razie fosforescencya polega na ~~procesie~~ działaniu chemicznym, odbywającym się między fosforem i tlenem powietrza, tak zwanej, ~~pocha~~ powolnej jego utlenia. Podobne procesy ~~powodują~~ ~~też~~ wydawanie światło przez niektóre żyjątka jak n.p. robaczki świętojańskie, lub przez pewne zwierzątka morskie, które czasami ~~[illegible]~~ w tak wielkich ilościach pokazują się na powierzchni morza że ~~[illegible]~~ wydaje się jakby morze samo świeciło się blaskiem białawo-opalistym.

Ani robaczka świętojańskiego, ani morza świecącego się nie mogę teraz tu pokazać ale pokażę przykład innego rodzaju fosforescencyi który się częściej napotyka, t. j. świecenie się substancyi pewnych w ciemności, jeżeli przedtem ~~jasno~~ były ~~oświetlone~~ wystawione na jasne światło.

Takie świecący się Dalmaina.

Te zjawiska, o których na koniec mówiłem, oczywiście ~~n~~ nie są wszystkie tego samego pochodzenia, niektóre polegają na później wynikają jakiejś procesu chemicznego, inne wynikają oświetlenia poprzedniego; ~~i~~ w ogóle wcale jeszcze nie są zbadane w wystarczający sposób. Tylko tą wspólną cechą różnią się od ~~[illegible]~~ świecenia się ciał żywych, że tu światło nie powstaje za pomocą oprzenia wielkiego, że ciała ~~świecą~~ wydawają wytwarzają światło choć ~~same~~ same są zimne.

Stosując się do tego podziału, takie ~~przykłady~~ zjawiska świetlne spowodowane przez prąd elektryczny możemy podzielić na dwie kategorye, takie gdzie światło jest spowodowane jest przez samo oprzenie i takie które zawdzięczamy jakiejś specyficznej akcji elektryczności, które możnaby porównać ~~do~~ z fosforescencyą.

Pierwszego rodzaju zjawisko, które ogólnie są już używane przy różnych ~~[illegible]~~ sposobach oświetlenia elektrycznego polegają na tem ~~[illegible]~~ fundamentalnym zasadniczem że prąd elektryczny ma własność ogrzewania ciał przez które przepływa.

Łatwo przekonać się o tem przez doświadczenie:

Grubszy drucik ~~[illegible]~~ ociepla się tak że nie można ~~[illegible]~~ go w ręku, cienki rozżarza się, nawet topnieje.

Każdy drut ~~[illegible]~~ ogrzewa się trochę jeżeli przez niego przepływa prąd elektryczny a tem więcej im ~~[illegible]~~ cieńszy jest i im ~~[illegible]~~ większy stawia opór prądowi elektrycznemu. ~~[illegible]~~

Jest to trudność z którą muszą walczyć fabrykanci maszyn wielkich elektrodynamicznych. Jeżeli maszyny te nie są skonstruowane w sposób odpowiedni, jeżeli n.p. prąd przepływający jest za silny, tak mogą się rozgrzać że pokrycie izolujące druty składające się z wosku, kauczuku i t.p. może się stopnieć albo nawet zapalić się. Także łatwo to może się zdarzyć jeżeli instalator, który kładł druty rozprowadzające prąd elektryczny chciał oszczędzać i użył drutów za cienkich lub jeżeli te zostały uszkodzone za jakiemś miejscem; już często z tej przyczyny powstały pożary.

Ale tę samą własność prądu elektrycznego używać można też w sposób ~~[illegible]~~ dla człowieka. Od kilkunastu lat już egzystują piece elektryczne, ~~które~~ mające służyć nie tak bardzo do ~~[illegible]~~ ogrzewania pokojów, chociaż i to łatwo dałoby się zrobić jak szczególnie do używania w kuchni. Mają one kształt pieca gazowego lub gazowego z tą tylko różnicą że ogrzewanie następuje nie zapomocą palenia nafty, gazu, lub ogólnie tylko przez silny prąd elektryczny który rozgrzewa siatkę z drutów metalowych znajdujących się pod blachą. Korzyść ich polega oczywiście na tem że ~~[illegible]~~ nie potrzeba rozpalać ognia, w jeden moment można mieć stopień gorąca jakiego się życzy, można go regulować dowolnie, przy tem nie ma ani popiołu, ani sadzy, ani dymu, w ogóle komina wcale nie potrzeba! Ja jeszcze nie jadłem bifsztyka smażonego elektrycznie, ~~bo~~ bo u nas te piece jeszcze bardzo mało weszły w używanie, albowiem ~~gdyż tymczasem~~ ten sposób gotowania jest jeszcze za kosztowny, ale wyobrażam sobie że będzie różnie dobry lub zły jak ~~zwykły~~ bifsztyk smażony na zwykłym ogniu kuchennym, bo elektryczność sama przy tem wcale nie wchodzi w rachubę, ona służy

tylko jako środek dogrzania, możnaby powiedzieć: jako paliwo szczególnego rodzaju. A może za jakie sto lat z ~~[illegible]~~ pobłażliwym uśmiechem ludzie będą czytali o naszych czasach teraźniejszych prymitywnych, gdzie ~~[illegible]~~ palimy ~~[illegible]~~ drzewa węglami w naszych piecach, tak jak teraz ~~[illegible]~~, ~~gdy palono pochodnie i łojówki [illegible]~~ kiedy ~~[illegible]~~ ~~przetrzebacie zapomocą pochodni i łojówek~~ mieliśmy jeszcze zapałek, a trzebabyło wykrzesać ogień zapomocą stali i krzemienia, aby zapalić łojówkę lub lampkę naftową. (~~[illegible]~~)

Na tym właśnie zjawisku, na ogrzewaniu przewodników prądu elektrycznego polega też nasza lampka elektryczna, teraz już ogólnie rozpowszechniona, lampka żarowa, wynalezioną przez Edisona. Wiadomo jest przedtem że ~~[illegible]~~ drucik, przez który przechodzi prąd elektryczny, rozgrzewa się ~~[illegible]~~ (może się tak) że rozpala się do czerwoności i wydaje światło; sama przez się ~~[illegible]~~ wypadła z tego myśl, żeby to użyć ~~do~~ tego faktu przy oświetlaniu. Lecz druty metalowe, które moglibyśmy użyć ~~do tego~~ w tym celu, tę ~~[illegible]~~ przedstawiają niedogodność, że bardzo prędko pękają się, albo przez wydawanie t.j. spalenie powierzchni, albo że stopniują jeśli zanadto rozgrzane. Wtedy Edison przyszedł na myśl genialną użyć drucika węglowego węglowego

~~[illegible]~~ zamiast 2 ~~[illegible]~~. Nie byłoby naturalnie możliwem wyciąć z kawału węgla drucika tak cienkiego jak tego potrzeba; więc postąpił on w ten sposób że wziął zwykłą nitkę do szycia, lub też włókno z ~~[illegible]~~ trzeciej bambusowej ~~w~~ wziął je w kształt drucika, a potem rozgrzał w naczyniu, z którego powietrze zostało zupełnie wypompowane. W tedy włókno bambusowe nie może się spalić bo brakuje tlen powietrza niezbędny do spalenia, tylko następuje tak zwana sucha destylacya, rozkład chemiczny w skutek którego włókno zostaje zwęglone, zachowując zresztą zupełnie kształt, który przedtem miało; pozostaje węgiel zawarty w włóknie roślinnym, tworząc drucik węglany, którego potrzebujemy.

Ten drucik ~~[illegible]~~ przymocowuje się wewnątrz do bańki szklannej, z której powietrze znów starannie się wypompuje, w taki sposób, że końce jego można połączyć z biegunami obwodu elektrycznego. Gdy się to stanie, prąd przechodzi przez drucik węglany, ~~[illegible]~~ i rozżarza go tak dalece, że wydaje jasne bardzo światło. 10 świec, 16 świec

~~Oczywiście to światło~~ Eksperyment, czem silniejszy prąd, tem już większe i więcej białawe światło.

Przecież to światło zawsze zachowuje pewną barwę żółtawą. Gdyby chciano mieć światło w pełni białe, trzebaby ogrzać drucik jeszcze znacznie więcej, a tego nie można robić, gdyż, bo w tedy by się zepsuł ~~drucik~~ bardzo szybko.

Tej wady nie mają ~~światło~~ lampy elektryczne tak zwane łukowe; ~~jest to~~ są to owe lampy, zwykle otoczone kulą z białego szkła, które ~~wydawają~~ wydawają wzdowyżej silne niebieskawo białe światło, podobne do światła słonecznego, które ~~widzimy~~ ~~na przykład~~ używają do oświetlania większych gmachów lub placów publicznych jak. n.p. na dworcach kolei ~~północnej~~ angielskiej, ~~zachodniej~~ lub zachodniej, albo na niektórych liceach, na kolumnach, przed pałacami rozkładów itp.

Lecz zanim tym przedmiotem szczegółowo zatrudnimy się, będzie dobrze, jeżeli poznamy bliżej zjawisko, które ~~[illegible]~~, jest potrzebne do jego wytłomaczenia, t. j. iskrę elektryczną.

Wszyscy już, Szanowne Państwo, widzieliście iskry elektryczne i to największe iskry elektryczne, które wyżej znamy, to jest błyskawice ~~pioruny~~ ~~Wszyscy też [illegible]~~ Liliputowe takie błyskawice ~~pioruny~~ mogę wytwarzać za pomocą tej maszyny elektrycznej, którą Państwo widzieli. - - -

Znajdujemy tu znów wszystkie zjawiska, które ~~stanowią~~ ~~pokazują się przy piorunach~~ stanowią znamiona piorunów.
Trzask odpowiada gromotowi, lekkie drgnięcie nerwowe, które odczuwamy jeżeli otrzymamy iskrę w palec, odpowiada wstrząśnieniu silnemu nerwów, które może spowodować sparaliżowanie lub nawet śmierć, a blask słaby iskry jest w gruncie to samo co ~~jak~~ światło błyskawicy. ~~[illegible]~~ To jest to w istocie ta sama rzecz: ~~[illegible]~~ prąd elektryczny przechodzący przez powietrze.
Silniejsze iskry ~~[illegible]~~ jesteśmy w stanie wytworzyć ~~za pomocą~~ używając butelki lejdejskiej; w tym razie daleko większa ilość elektryczności może się nastarzać, prąd elektryczny staje się daleko silniejszym, ~~[illegible]~~ więc iskra silniejszą i jaśniejszą.
Także i w tym wypadku ~~[illegible]~~ światło wytworzone jest ~~[illegible]~~ w skutek silnego ogrzania przez prąd elektryczny, podobnie jak w lampce żarowej, ale podczas gdy tam ciało stałe, węgiel ogrzewał się, to w tym wypadku prąd przechodzi przez powietrze i rozpala samo powietrze do nadzwyczajnego stopnia, tak że nawet cząsteczki metalowych konduktorów, między któremi iskra przeskakuje, się spalają. To też spowoduje ~~[illegible]~~ uczucie w skórze, podobne

do ukłucia igłą, spowodowane przez iskrę przeskakującą do palca. Że nie powstaje poparzenie skóry, że się ona nie spala, ~~[illegible]~~. Tłumaczy się tem, że iskra taka trwa tylko nadzwyczajnie krótki czas, ani ~~[illegible]~~ tysięczną część sekundy. Pomimo to można ~~[illegible]~~ czasem zapalić nią ~~[illegible]~~ substancje łatwo się palące. N. p. eter

Powiedziałem, że iskra ~~[illegible]~~ elektryczna trwa tylko tak bardzo krótki czas, możnaby powiedzieć: tylko jeden moment, a przecież jest to zjawisko bardzo skomplikowane.

Albowiem nie jest to prąd elektryczny prosty, płynący ~~[illegible]~~ ciągle z jednostajną siłą i jednostajnym natężeniem, tylko prąd zmienny, tak zwany peryodyczny. Zostało dowiedzione przez niemieckiego fizyka Eddersena, że elektryczność wygładowuje się naraz, tylko że następuje tak zwane drganie elektryczne. Jest to czemś podobnem, jak ruch wahadła. Jeżeli wychyli się je z pozycji równowagi, to ono wraca do tejże, ale nie zatrzymuje się tu, tylko wylatuje na drugą stronę, znów wraca i z czasem dopiero ustanawia się w środku, w pozycji równowagi. Podobnie elektryczność przepływa ze ~~jednej~~ środkowej okładki butelki na zewnętrzną, znów wraca do

wewnętrznej itd. — a to wszystko trwa tylko tysięcznej albo milionowej części sekundy. Z badania bliższego tych zjawisk powstały odkrycia nadzwyczaj ciekawe, niemieckiego fizyka Hertza, które stanowią najważniejsze potwierdzenie teorji, o której już wyżej wspominałem, utrzymującej że światło jest właśnie takim falowaniem elektrycznem. Miałbym wielką ochotę powtórzyć trochę obszerniej o tym przedmiocie, ale obawiam się że stałbym się zanadto niezrozumiałym dla Szanownych Państwa, gdyż nie posiadam aparatów potrzebnych do pokazywania tych eksperymentów, które wymagają już bardzo skomplikowanego urządzenia. Ograniczę się więc na kilka słowek. Drganie to elektryczności, podczas przeskakiwania iskry elektrycznej, wzbudza falowanie elektryczne w powietrzu, rozchodzące się w przestrzeni, w podobny sposób jak drganie struny skrzypcowej wywołuje dźwięk.

Znaną bez wątpienia rzeczą jest Szanownym Państwu, że i światło nie rozlega się natychmiastowo w przestrzeni, tylko że potrzebuje do tego pewnego czasu, że rozchodzi się z szybkością 300.000 km w sekundzie. Gdyby więc jakimś bądź sposobem

słońce nasze nagle zgasło, to nie powstałaby natychmiast ciemność na ziemi, ale dopiero za 8 minut.

Otóż właśnie z tą samą prędkością opowiadają się także owe fale elektryczne, co przecież przemawia za tem, że jest jakiś związek między niemi i światłem. Dotąd one odbijają się od zwierciadeł, załamują się w pryzmacie, zupełnie jak ~~świat~~ promienie światła. Jeszcze wiele innych przyczyn za tem przemawia że istotnie światło jest takim falowaniem elektrycznem. Różnica między falami światła i temi, które tu powstają podczas iskry elektrycznej, polega tylko na tem że te ostatnie są daleko dłuższe; najkrótsze fale elektryczne które zdołano wytworzyć mają ~~jeszcze~~ długość 4 mm a najdłuższe fale światła, dotąd znane są jeszcze 200 razy krótsze, t. j. wynoszą tylko 50tą część milimetra.

Ale wróćmy teraz do naszego światła elektrycznego.

Oczywiście znakomite mielibyśmy źródło światła, gdyby udało się wytworzyć stałą iskrę elektryczną, która nie znikałaby w ten sam moment, co powstała, lecz która trwałaby tak długo jak tego sobie życzymy. Możemy to doprawdy uskutecznić, jeśli postaramy się o to, żeby w miarę jak elektryczność zostaje wyładowaną, więzi ~~się~~ dalszą

zapas elektryczności nastąpił. W tym celu możemy
n. p. użyć w miejsce butelki lejdejskiej, która
jest w stanie zatrzymać tylko pewną ilość elektryczności — baterye
galwaniczną n. p. taką jaką tutaj mam, składającą się z
ogniw chromowych Bunsena; ta produkuje większe ilości elektryczności,
daleko większe niż można wydostać zapomocą tarcia
płyty ebonitowej — owej maszyny.

Jako najlepszy materyał
dla końców obwodu elektrycznego, między któremi ma przeskakiwać
iskra lub łuk światła, znów okazał się węgiel, albo
raczej gatunek pewien coksu, który teraz specyalnie na ten cel
we formie sztyfików dosyć grubych wyrabiają, podobnych jak...

Niestety baterya, którą tutaj mam, też nie jest dosyć
silną aby wytworzyć właściwy łuk światła elektrycznego,
potrzebowałbym do tego około 30 takich ogniw galwanicznych,
a mam ich tylko 12; ale wystarczy to aby dać przynajmniej przybliżone
wyobrażenie o tem zjawisku. Natrudnie lampy na Kilmarnock i Ist nie są gęsto
rozsiane. Połączenie z baterją centralną. Jarmark odpowiada koło 1000 świec. Urządzenie
za drogie: modnie.

Kolor światła różni się znacznie od barwy żółtawej

lampki żarowej. Jest on zupełnie biały, jak światło słoneczne, może nawet trochę więcej niebieskawy. Pochodzi to z tej przyczyny, że ~~tu~~ temperatura łuku elektrycznego bez porównania wyższą jest niż temperatura drutika w lampce żarowej, wynosi ona przeszło 3000°.

Jest to w ogóle ~~najgorętsze~~ największy stopień gorąca, który jesteśmy w stanie wytworzyć. Francuski chemik słynny, profesor Moissan, użył tej właściwości łuku aby skonstruować piec do topienia metalów, których żadnym innym sposobem niemożna stopić. Udało mu się stopić nawet platynę, przedestylować węgiel, wytworzyć w czystym stanie różne rzadkie metale, jak uran, niob, tantal, cyrkon i t. p., które bardzo są interesujące dla fachowych chemików i fizyków, choć mało jeszcze ~~znane~~ znane ogólnie, i dokonać jeszcze wiele innych ciekawych doświadczeń za pomocą tej temperatury niezłychanie wysokiej, które daleko spowodowały rozgłos w świecie chemików, uczonych i techników.

Gatunki światła elektrycznego, któremi zetknęliśmy się aż dotąd, są te które ogólnie są używane w technice oświetlenia, polegają, jak kilka razy wspomniałem na własności przewodzenia prądu elektrycznego, który wytwarza żarzenie się drutu (v lampa) czy też drobnych ~~są~~ cząstek węglowych (v łuku).

Ale egzystują też inne zjawiska ~~ele~~ elektryczne, przy których ukazuje się światło chociaż ~~ze~~ temperatura ciała świecącego pozostaje niską, ~~które~~ które więc według tego co w początku mówiłem, można nazwać ~~za gatunek~~ jako należące do luminescencji albo fosforescencji. Zjawiska te, dopiero od lat kilkunastu dokładniej badane, najlepiej można śledzić za pomocą t.z. rurek Geisslerowskich, nazwanych tak według słynnego fabrykanta instrumentów szklanych Geisslera, który pierwszy je ~~w~~ wytworzył. Objawiają się one jeżeli przepuszczamy prąd elektryczny przez powietrze, lub inne gazy rozrzedzone.

Fabrykacya

Kolor światła zależy od stopnia rozrzedzenia gazu i od natury gazu. W powietrzu czerwonawo niebieskie, w wodorze czerwonawe, w tlenie różowy, w dwutlenku siarki niebieski i t.p.

~~Jeśli~~ Rurki przy tem nie ogrzewają się znacznie. Temperatura gazu w środku została mierzoną, naturalnie nie za pomocą termometru bo tego przecież nie możnaby włożyć; byłby to w ogóle instrument za mało czuły, lecz za pomocą specyalnych instrumentów, tak zwanych bolometrów i pokazało się że temperatura gazu jest stosunkowo bardzo niska, wynosząca ledwie więcej niż 100° Celsiusza. Więc tu musi być jakaś dziedzina specyficzna elektryczności, co dotąd jeszcze nie wytłomaczono bliżej, która powoduje luminescencyę. Może te zjawiska kiedyś takie znajdą jeszcze zastosowanie praktyczne; takie przynajmniej jest zdanie elektrotechnika sławnego serba-amerykanina, Tesli, który światło wytworzone w podobny sposób nazywa światłem przyszłości i twierdzi — z pewnem uprawnieniem — że ono z czasem wyprze wszystkie inne sposoby oświetlenia elektrycznego.

Nadzwyczaj ciekawe zjawiska zachodzą wreszcie jeżeli powietrze rozrzedzi się tak dalece, że jego gęstość jest już tylko $\frac{1}{1000000}$ częścią gęstości zwykłej. Powstają wtedy w środku rurki tak zwane promienie katodalne a zewnątrz jej — promienie Röntgena.

Niestety czas mi już nie pozwala, abym dalej się rozwodził o tym przedmiocie, ~~tak~~ ~~do tego~~ tu nie posiadam ~~[illegible]~~ tutaj aparatów potrzebnych do pokazywania dotyczących zjawisk tutaj ~~zachodzących~~. ~~Skutek~~ Skutem wielką odrobę pokazać panom ~~[illegible]~~ stawne promienie Röntgena, ~~które przechodzą p~~ które mają tak szczególne właściwości, ale niestety ~~[illegible]~~ nie ma tu urządzenia potrzebnego do tego, mianowicie brakowałby połączenie ze stacją centralną elektryczną, a po wtóre obawiałem się czyby niektóre z Szanownych Pań nie uważały to jako zbytnią śmiałość i niedyskretność z mojej strony, gdybym zaczął je wkrótce przeświecać i badać ich rzeczy - głowy i serca.

/.

przyszłość przyniesie, tego nie wiemy, ale jedna rzecz jest pewna: ~~z jaką~~ zobaczymy jeszcze wiele rzeczy ciekawych, będziemy jeszcze ~~wielce mało~~ wiele ~~[illegible]~~ interesującym zjawiskom się przypatrzeć i zawsze będziemy zadowoleni jeżeli tylko nie stracimy jednego ~~[illegible]~~ przymiotu: t.j. ~~[illegible]~~ interesu wyrażającego się w rozwoju ~~[illegible]~~ wiedzy ludzkiej.

Szanowni Państwo! W krótkim czasie, który miałem do dyspozycji, ~~mało~~ nie mogłem traktować przedmiotu tak obszernego inaczej jak tylko bardzo ~~pobieżnie~~ pobieżnie i muszę przeprosić, jeżeli w niektórych ~~ta~~ punktach może nie byłem dosyć jasnym; ~~ale może przecież Szanowni Państwo przyznacie, że jest tu~~ ~~a I muszę być~~ bym zadowolonym, jeżeli nie ~~zbadaliście wszystkie istotne~~ zbadałem wszystkie omówiłem Szanowni Państwo ~~[illegible]~~ i inne tak żywego w tym przedmiocie. I zdaje mi się doprawdy, że mamy dosyć powodów ~~przyczyn~~ interesować się postępem fizyki i wogóle nauk ścisłych. Co roku pojawiają się jakieś niespodziewane odkrycia; ~~[illegible]~~ uczeni pracują z ~~[illegible]~~ prawdziwym zapałem nad zbadaniem praw natury, ~~[illegible]~~ z gorączką ~~zapałem~~ podobnym, jak do ogromnej [illegible] co złoto kopią, bo każdemu może się przytrafić, że on znajdzie bryłę złota, że zrobi wielkie odkrycie, które ~~[illegible]~~ przekształci cały ustrój ~~[illegible]~~ życia ludzkiego, albo rozszerzy wiedzę ludzką w wielomiarowy sposób. ~~Uważajmy zbyjmy, Panowie, nie zostali w tyle w tym współzawodnictwie wszystkich narodów.~~ Tu jest postęp niepohamowany; żyjemy we wieku pary i elektryczności, jakie będzie bardzo wieku dwudziestego! Jest wielu ludzi którzy narzekają na ~~nasze teraźniejsze~~ nasze stulecie, którzy wzdychają do czasów dawniejszych, spokojnych; ja się z nimi nie zgadzam, ~~[illegible]~~ owszem cieszę się że żyję w tym czasie; co nam

Probe-Vorlesung

bei Habilitierung

über die Fresnel-Vorstellung

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Über die Energieverthеilung im Strahlungs Spectrum schwarzer Körper

Zweiter Vortrag /VI 98

Unsere heutigen Anschauungen über das Wesen der Wärmestrahlung sind noch verhältnissmässig neuen Datums. Es war Prevost, zu Anfang des Jahrhunderts, welcher in einer 1809 erschienenen Abhandlung zum ersten Mal in klarer Weise das Princip aussprach, dass jeder Körper zufolge seiner Temperatur, unabhängig von anderen Körpern, Strahlung aussende, so dass der experimentell beobachtbare Wärme-Übergang von einem kälteren zum wärmeren Körper blos die Differenz der in dieser und der in entgegengesetzter Richtung verlaufenden Strahlung ist. Aber erst seit den kürzeren Jahren wurde infolge der experimentellen Forschungen Kullons die heute noch geltende Ansicht allgemein anerkannt, dass die Wärmestrahlung überhaupt dieselbe Art von Äther bewegung oder Äthervorgang sei wie das Licht, oder besser gesagt, dass das Licht nur ein spezieller Fall von Wärmestrahlung ist, und dass die von verschiedenen Wärmequellen ausgesandten Strahlungen sich nur in der Intensität und in der Vertheilung derselben auf die verschiedenen Wellenlängen unterscheiden.

Seitdem diese Anschauungen begründet sind, besteht die wichtigste Aufgabe darin die Abhängigkeit der Intensität der

Strahlung und der Intensitätsvertheilung im Strahlungsspectrum von der Temperatur zu bestimmen. Trotz der kolossalen darauf verwendeten Mühe vieler Forscher ist aber eine vollständige Lösung dieser Aufgabe auf experimentellem Wege noch nicht gelungen, ~~Dieselbe ist dies in den besonderen experimentellen Schwierigkeiten begründet und dies ist gewissermaßen~~ begründet, welche bisher nicht genügend gelungen und ~~Dieselbe aber auch~~ in einem Umstande von principieller Wichtigkeit. ~~Es~~ Es lässt sich nämlich von vorneherein gar nicht erwarten, dass man ein einfaches Strahlungsgesetz für einen Körper finden werde, denn ein jeder Körper verhält sich in dieser Hinsicht verschieden; nach dem bekannten Kirchhoff'schen Gesetze $E = Ae$, ist e eine für alle Körper gleiche Function, das Emissionsvermögen eines absolut schwarzen Körpers bedeutet, während A und daher auch E für jeden Körper in anderer Weise variiren; es handelt sich also darum ~~nur~~ für einen solchen absolut schwarzen Körper das Emissionsgesetz ~~kann man erwarten~~ zu finden, ~~und~~ die in der Natur vorkommenden ~~Körper~~ schwarzen Körper (Russ, Kohle etc.) sind von diesem Ideale weiter entfernt, als man bisher gedacht hatte, wie namentlich die neuesten Versuche Paschen's gezeigt haben. Quantitativ genaue Resultate kann man daher von keinem der bisher gemachten Versuche erwarten.

Dazu kommen noch die experimentellen Schwierigkeiten, indem

~~[illegible]~~ zur Messung der geringen Wärmewirkung bei Strahlung außerordentlich empfindliche Instrumente construirt werden mussten. Mit Thermometern kann man natürlich nur die Gesammt-Strahlung aller Wellenlängen messen; aus solchen Versuchen hatten Dulong & Petit schon 1818 ihre Gesetze abgeleitet, wonach die Strahlung eine Exponentialfunction der Temperatur wäre. ~~Stefan ist~~ Erst viel später, im Jahre 1879, wies Stefan nach, dass sie hierbei den Einfluss der Wärmeleitung der Luft, deren Gesetze damals noch nicht bekannt waren, falsch eliminirt hatten, und stellte selber das bekannte Gesetz auf, ~~demzufolge~~ die Strahlung proportional der vierten Potenz der absoluten Temperatur sei. ~~Die~~ Mit diesen Gesetzen ~~sind~~ stehen wirklich die späteren Versuche von Grätz – auch mittelst Thermometer –, und von Edler – mittelst Thermosäulen angestellt – in ~~[illegible]~~ recht guter Übereinstimmung, während andere Beobachter (Schleiermacher) größere Abweichungen fanden, was freilich ~~[illegible]~~ theils dem Umstande zuzuschreiben ist, dass dabei, wie Platinbleche, also keine schwarzen Körper, benutzt wurden.

Mittelst Thermosäulen konnten auch schon rohe Versuche über die Vertheilung der Intensität im gesammten Spectrum angestellt werden, so von Desains, Curie, Violle u.a., aber ~~die [illegible]~~ erst Langley gelang es

~~solche Messungen sind zu empfindlich, und erst Langley~~

~~Langley gelang es~~ durch Erfindung oder eigentlich Vervoll- 90

kommnung des Bolometers ~~einen entschiedenen Fortschritt~~ ~~der ersten~~

einen entschiedenen Fortschritt in dieser Richtung zu erzielen.

Langley zerlegte die Strahlung, welche seine Wärmequellen,

das sind glühende Platinstreifen und erwärmte berußte Kupfer-

flächen, aussendeten, mit Hilfe eines Steinsalzprismas in

ein Spectrum und bestimmte nun die Intensitätsvertheilung

in den einzelnen Theilen desselben mittelst des Bolometers.

Das so erhaltene Spectrum ist natürlich in gewissem Sinne

verzerrt, da infolge der ungleichförmigen Dispersion des Steinsalzes

die Wellenlängen nicht in gleichmässiger Weise im Spectrum

auseinandergebreitet worden. Da aber Langley die Dispersionscurve

des Steinsalzes durch anderweitige Messungen bestimmt

hatte, konnte er durch Rechnung auch die Vertheilung in

einem normalen Diffractionsspectrum finden, wo die ~~Wellen-~~

Ablenkungen proportional sind der Wellenlänge.

~~Das~~ Seine Resultate stellte er durch Curven dar, welche

ein sehr anschauliches Bild von der Intensitätsvertheilung geben.

λ=
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
0° (273)
100° (373)
180° (453)
360° (633)

In eine Formel diese Resultate zusammenzufassen, wurde von Langley nicht versucht; dies unternahm dagegen H. F. Weber welcher die Formel aufstellte:

$$\varphi(\lambda,\theta) = \frac{A}{\lambda^2}\, e^{a\theta - \frac{b}{\lambda^2\theta^2}}\, d\lambda \qquad \text{wo } A, a, b \text{ Constanten sind}$$

Diese Formel gibt allerdings Curven von ungefähr ähnlicher Gestalt, wie die von Langley gefundenen, aber die quantitative Übereinstimmung ist nicht sehr gut; insbesondere zeigen sich erhebliche Abweichungen gegen die früher erwähnten Versuche von Grätz, Edler u.a., wenn man die Gesammtstrahlung berechnet, welche hiernach gleich würde $S = \int_0^\infty \cdots\, d\lambda = B.\theta\, e^{a\theta}$;

mit dieser Formel stimmen obige Versuche viel schlechter als mit der Stefan'schen $S = \sigma.\theta^4$, welche nur eine Constante hat, so dass man sie wohl als abgethan betrachten kann, umsomehr als auch gar keine theoretische Begründung ihrer Giltigkeit versucht wurde.

Ein sehr interessanter Versuch, auf rein theoretischem Wege diese Emissionsfunktion zu bestimmen wurde dagegen von dem amerikanischen Physiker Nichelson gemacht (1887), und

auf diesem Wege fortschreitend, und einige unbegründete Annahmen Kirchhoff's durch ~~[illegible]~~ thermodynamische Betrachtungen ersetzend, ist endlich W. Wien zu Resultaten gelangt, welche die größte Beachtung verdienen, und auf die ich hier wenigstens in kurzen skizzirenden Zügen hinweisen möchte.

Ausgangspunkt der Untersuchungen W. Wien's sind die Einführung, respective nähere Definirung der Begriffe: Temperatur, Druck und Entropie der Strahlung.

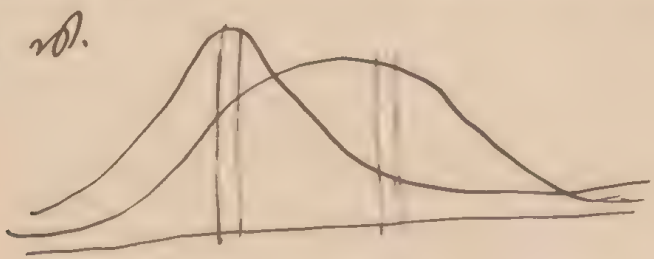
Zur Definition der Temperatur ~~[illegible]~~ dient eine Bemerkung Kirchhoff's, wonach innerhalb eines Hohlraumes von gleichmäßiger Temperatur, ~~in einem~~ dessen Wände nicht absolut reflectirend sind, sich eine solche Strahlung herstellt, als ob die Wände absolut schwarz wären.

~~Stelle man nun dass ein kleines Loch~~  ~~in die Wand des Hohlraumes gemacht wird, so sieht man ein, dass ein einfallender Strahl jedenfalls vollständig absorbirt ist, dass Hohlraum wird nun als absolut schwarz erscheinen, wie das jedenfalls die Erfahrung lehrt.~~ Der innerhalb des Hohlraumes und einen jeden welche mit ihr in Wärmegleichgewicht steht sich herstellenden Strahlung kann man also die Temperatur des umgebenden Körpers selbst zuschreiben, ~~[illegible]~~ ~~die Dichtigkeit wie die Vertheilung [illegible] Strahlung ist~~ ~~und wird offenbar auch nicht jenden von ein bestimmter Theil~~

Der Grundgedanke dabei ist, dass die Strahlung, welche einen gewissen Raum erfüllt, auch unabhängig von dem Körper welcher sie ausgesandt hat, untersucht werden kann, und dass sie den allgemeinen Gesetzen der mechanischen Wärmetheorie unterworfen sein muss. ~~Die diffuse Strahlung~~ ist immer charakterisirt durch ihre Wellenlänge, oder Farbe, und durch die Volumdichtigkeit, welche die Temperatur bestimmt.

~~der Wände durch vollkommen reflectirende Spiegel ersetzt wird.~~

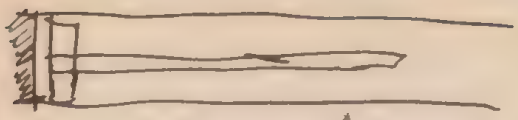
~~Sobald sich einmal im Innern die der betreffenden Temperatur entsprechende Strahlung [illegible] hat wird diese auch weiter nicht~~ ~~im Wesentlichen geändert werden, wenn die Wände vollkommen reflectiren.~~ D. h. Es ist somit die Dichtigkeit der Strahlung oder die Energie pro Volumeinheit, welche als Maas der [illegible] derselben dient, und zwar gilt dies für jede ~~Strahlung~~ Farbe extra vd.



Was nun den Begriff Druck der Strahlung anbelangt, so sind die diesbezüglichen Untersuchungen schon [illegible]

Schon von Maxwell 1873 wurde aus der electro ~~dynamischen~~ magnetischen Lichttheorie auf die Existenz eines Druckes geschlossen, welcher von der Strahlung in ihrer Fortpflanzungsrichtung ausgeübt wird, wenn sie auf einen Körper auffällt.

Auf ganz verschiedenem Wege, nämlich mittelst thermodynamischer Betrachtungen kamen zu demselben Resultate Bartoli und Boltzmann. Man stelle sich vor einen Kolben vor, in welchem ein Stempel verschiebbar ist, alles absolut reflectirend.



Am Boden des Stempels befindet sich nun ein Körper A von der Temperatur θ; jetzt zieht man den Stempel soweit zurück dass die ganze Röhre mit der Strahlung [also Energie der Äthervibrationen] von der Temp. θ erfüllt ist, was ohne Arbeitsleistung oder Zeitverlust vor sich gehen würde, falls die Strahlung keinen Druck ausübt. Nun ersetze man den Körper A durch einen ~~kälteren~~ zweiten — ebenfalls ohne Arbeitsleistung und ~~[illegible]~~ drücke wieder den Stempel vollständig nieder; hierbei muss die Strahlung von θ aufgenommen werden, es würde also eine ~~Energiedichte~~ Wärmemenge von dem kälteren Körper A zum wärmeren hinübergeschafft worden, ohne dass äussere Arbeit geleistet wäre, was nicht möglich ist. Daraus folgt dass das Verschieben des Stempels in Wirklichkeit mit einer Arbeit verbunden sein muss, dass also die Strahlung auf denselben einen Druck ausübt.

Für den Betrag dieses Druckes pro Flächeneinheit ergibt nun die electromagnetische Lichttheorie dass er numerisch gleich sein muss der Energiemenge der Strahlung pro Volumeinheit, falls die Strahlen nur in senkrechter Richtung auffallen ~~[illegible]~~ dagegen einem Drittel dieses Wertes wenn sie vollkommen diffus in allen möglichen Richtungen des Raumes verlaufen wie es in einem geschlossenen Hohlraume.

Es erinnert das an die kinetische Gastheorie, wo ja ebenfalls die Molecüle nach allen möglichen Richtungen des Raumes sich bewegen, und wo man der Druck so berechnen kann, als ob ein Drittel der ganzen Molecülzahl sich in der Richtung je einer Coordinatenaxe bewegen würde.

Hofr. Boltzmann hat nun nachgewiesen, dass unter dieser Annahme das Stefan'sche Gesetz für die Strahlung sogar strenge bewiesen werden könne. (In vereinfachter Form kann dies folgendermaßen geschehen: Während wir den Stempel um die Distanz a vom Körper A entfernen wird die Röhre mit der Strahlung von der Temperatur des Körpers A nämlich θ_1 erfüllt; dass gibt eine Energiemenge $a\psi(\theta_1)$, wenn der Querschnitt = 1 gesetzt wird und die Energie der Volumeinheit $= \psi\theta$ gesetzt wird, und dazu kommt noch die Arbeit welche beim Bewegen des Stempels verwendet wird, das ist nach dem was oben gesagt wurde $\frac{a\psi(\theta_1)}{3}$, also zusammen $\frac{4a\psi(\theta_1)}{3}$ welche aus dem Wärmevorrathe von A bestritten werden muss.

Wird dann der zweite Körper B von der Temperatur θ_2 substituirt, und der Stempel wieder hineingestossen, so wird erstens die Energiemenge des Raumes $(a\psi(\theta_1))$ wieder aufgenommen, außerdem aber auch die auf Bewegung des Stempels verwendete Arbeit welche jetzt $\frac{a\psi(\theta_2)}{3}$ beträgt.

Da das Ganze ein umkehrbarer Kreisprocess ist so muss $\int \frac{dQ}{\theta} = 0$ sein

somit $$\frac{4a\psi(\theta_1)}{3\theta_1} = \frac{a\psi(\theta_1)}{\theta_2} + \frac{a\psi(\theta_2)}{3\theta_2}$$

~~Schaltet~~ Lässt man die Temperaturen θ_1 und θ_2 unendlich wenig verschieden sein, so wird dies:

$$0 = -\frac{a\psi(\theta_1)}{\theta_1^2}\,d\theta - \frac{a\psi(\theta)}{3\theta^2}\,d\theta + \frac{a\psi'(\theta)}{3\theta}\,d\theta$$

$$0 = \frac{4}{3}\,\frac{a\psi(\theta)}{\theta^2} - \frac{a\psi'(\theta)}{3\theta}$$

$$\frac{\psi'(\theta)}{\psi(\theta)} = \frac{4}{\theta}$$

$$\psi(\theta) = C.\theta^4$$

Das ist eben das Stefan'sche Gesetz

und zwar lässt es sich nicht nur für die Gesamtstrahlung sondern mit geringen Modificationen auch für Strahlung einzelner ~~Wellenlängen~~ Farben beweisen; das möge im Folgenden als bewiesen angenommen werden.

~~Solche~~ Solche umkehrbare Prozesse, wie der eben erwähnte, bei welchen Strahlung mechanische Arbeit leistet werden dann von Wien benützt, um die Entropie der Strahlung zu definiren. Da ~~wir~~ aber dies mit dem vorliegenden Gegenstande nicht in unmittelbarem Zusammenhange ist, will ich hier nicht näher darauf eingehen.

Nun wollen wir zur Betrachtung des ~~Dafür muss ich einen sehr~~ interessanten Mechanismus ~~muss~~ abgehen ~~skizziren~~, ~~die~~ welchen Wien ersonnen hat, um Beziehungen zwischen Strahlung verschiedener Wellenlängen (Farben) aufzufinden.

Man denke sich einen ~~vollständig~~ Hohlraum von Gestalt einer Halbkugel (oder auch ganzen Kugel) mit vollständig spiegelnden Wänden, welche so beschaffen sein sollen, dass sie sich ausdehnen oder zusammenziehen können. Im Mittelpunkte sei die Strahlungsquelle angebracht,

welche so klein ~~vorausgesetzt~~ gesetzt wird dass man blos die ~~entwickelt~~ in Richtung der Radien vor sich gehende Strahlung zu berücksichtigen braucht und von schiefer Reflexion etc. ganz absehen kann. (Es geschieht dies blos zur Vereinfachung der Rechnung, die Überlegung lässt sich in ganz ähnlicher Weise auch für den allgemeinen Fall anstellen). Nachdem in dieser Weise Strahlung einer bestimmten Farbe eingebracht wurde, lassen wir die Strahlungsquelle verschwinden und führen nun eine adiabatische Compression der Strahlung aus, indem wir den Radius r der Halbkugel um dr vermindern. Dabei wird einerseits die Temperatur der Strahlung steigen, da ihre Energiedichte grösser wird, andererseits wird sich aber nach dem Doppler'schen Princip auch ihre Farbe ändern.

Wird Strahlung an einem Spiegel reflectirt, welcher sich mit der Geschwindigkeit v ihrer Richtung entgegenbewegt, so ~~es~~ ändert sich (nach Doppler) die Wellenlänge λ um $d\lambda = \frac{2v}{c}\lambda$ wo c die Lichtgeschwindigkeit bedeutet; ~~W~~ während sich die spiegelnde Wand von r nach r-dr, mit der Geschwindigkeit v ~~A~~ bewegte, haben aber $\frac{c\,dr}{2vr}$ Reflexionen ~~statt~~ gefunden folglich hat im Ganzen die Wellenlänge um $d\lambda = \frac{2v}{c} \cdot \frac{c\,dr}{2vr}\lambda = \frac{dr}{r}\lambda$ abgenommen; integrirt gibt dies $\lambda = \frac{r}{r_0}\lambda_0$.

Man kann also durch Vergrösserung oder Verkleinern des Raumes die

Farbe der eingeschlossenen Strahlung beliebig ändern; die Wellenlänge wird proportional sein dem Radius, unabhängig von der Geschwindigkeit mit welcher die Veränderung geschieht. (Es ist dies ganz analog dem Verhalten von Gasen wo auch die Temperatur und der mittlere Abstand, ebenso auch die Stoßzahl der Moleküle durch adiabatische Compression in ähnlicher Weise geändert wird.) Bei einer solchen Volumänderung wird aber vielfach gleichzeitig auch auch die Temperatur ändern.

Ist die Strahlungsdichtigkeit wieder gleich $\psi(\theta)$ so ist die im ganzen Volum enthaltene Strahlung, falls man wieder nur die senkrechten Strahlen berücksichtigt gleich $U = 2\pi r^3 \psi$;

die Änderung bei Vermehrung von r um dr: $dU = 2\pi\left[3r^2\psi\, dr + r^3 d\psi\right]$

dabei Arbeitsleistung $dW = 2\pi \psi r dr$

Somit im Ganzen $dQ = 2\pi\left[4r^2\psi\, dr + r^3 d\psi\right]$

Da der Prozess adiabatisch ist muss dies $= 0$ sein, also

Dasselbe auch bei diffuser Strahlung

$$4\psi\, dr + r\, d\psi = 0$$

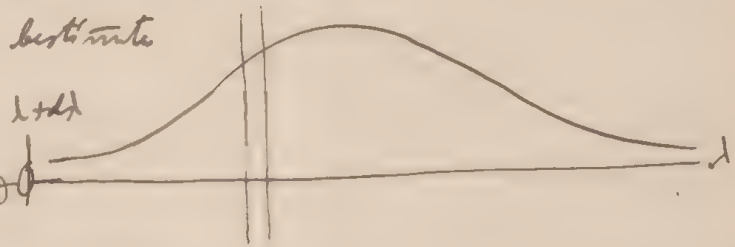
$$\frac{d\psi}{\psi} = -4\frac{dr}{r}$$

$$\frac{\psi}{\psi_0} = \left(\frac{r_0}{r}\right)^4$$

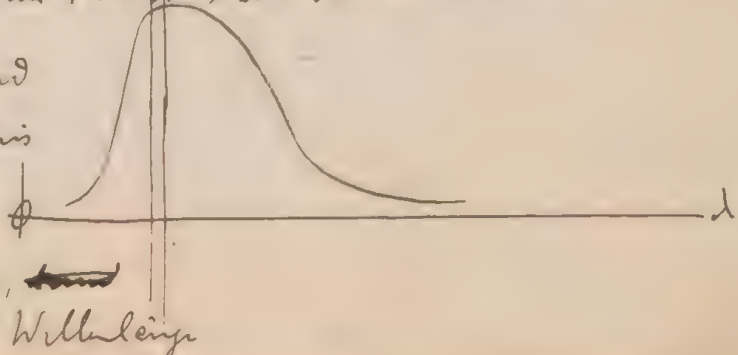
Dies ist die Veränderung der Volumdichtigkeit; nach Stefan's Gesetz muss nun aber $\frac{\psi}{\psi_0} = \left(\frac{\vartheta}{\vartheta_0}\right)^4$ sein, andererseits ist nach obiger Formel $\frac{r_0}{r} = \frac{\lambda_0}{\lambda}$ also $\frac{\psi}{\psi_0} = \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^4$ woraus folgt: $\underline{\lambda\theta = \lambda_0\vartheta_0}$

Denn nun die Veränderung der Farbe mit der Temperatur unabhängig ~~[illegible]~~ 1/5
sein muss, ob diese Temperaturänderung durch adiabatische Compression der Strahlung stattgefunden hat, oder durch Temperaturerhöhung des strahlenden Körpers oder sonst auf welche Weise, so kann man aus diesem Satze eine sehr wichtige Folgerung ziehen, nämlich die: Ist die Intensitätsvertheilung der Strahlung im Spectrum für eine bestimmte Temperatur bekannt, so kann man sie auch für jede andere Temperatur daraus ableiten.

Denke man sich nämlich ~~das~~ aus dem Strahlungsspectrum eines Körpers von der Temperatur θ_0 eine bestimmte Farbe, zwischen λ und $\lambda+d\lambda$ herausgenommen, und einem solchen Prozess ~~ein ein~~ ~~vollkommenen~~ unterworfen, dass ihre Temperatur auf θ_1 erhöht wird



dann wird die Wellenlänge im Verhältnis $\frac{\theta_0}{\theta_1}$ verkleinert sein; die Intensität, das ist das Flächenraum des Streifens, muss aber im Verhältnis der vierten Potenzen gewachsen sein, also wird die Intensität im Verhältnis der 5 Potenz vermehrt werden müssen, ~~[illegible]~~ und analog für jede Wellenlänge



Man kann somit die Strahlungs Curve für eine beliebige Temp. erhalten, indem II. man die Abszissen im Verhältnis $\vartheta\lambda = \vartheta_0\lambda_0$ der Temp. verkleinert, und II. die Ordinaten im Verhältnis der 5ten Potenzen ~~vergrössert~~. $\varphi = \frac{\vartheta^5}{\vartheta_0^5}\varphi_0$.

Auf diesen wichtigen Satz und auf einige von Michelson eingeführte Voraussetzungen basirt nun Wien die Berechnung des Strahlungsgesetzes. Seine Voraussetzungen ~~[illegible]~~

1). Die Intensität der Strahlung einer bestimmten Art ist proportional der Zahl der Moleküle oder Atome welche sie aussenden

2). Für die Moleküle gelte das Maxwell'sche Geschwindigkeitsvertheilungsgesetz

$N_{(v)} = v^2 e^{-\frac{v^2}{\alpha}} dv$ dies kann man allerdings vorderhand nur von den Gasen annehmen, aber es genügt ja auch, wenn man die Strahlung eines Gases kennt, da dasselbe in hinreichend dicken Schichten alle Strahlen absorbiren wird, also als schwarzer Körper betrachtet werden kann.

3). Die Schwingungsdauer der Strahlung, welche Moleküle einer bestimmten Geschwindigkeit aussenden, ist eine blosse Function dieser Geschwindigkeit. (Michelson hatte die spezielle Voraussetzung gemacht, dass sie dieser Geschwindigkeit verkehrt proportional sei, welche von Wien, als unbegründet fallen gelassen wird, und durch ~~[illegible]~~ die früher erwähnten Überlegungen ersetzt wird.)

Also wird $\varphi(\lambda) = f(v) \cdot v^2 \cdot e^{-\frac{v^2}{\theta}}$

$$= F(\lambda) \cdot e^{-\frac{f(\lambda)}{\theta}}$$

Die unbestimmten Functionen F und f bestimmen sich nun durch die vorher dargelegten Bedingungen, mittelst welcher die Energiecurven für verschiedene Temperaturen in einander transformirbar sind.

Aus I). ergibt sich $f(\lambda) = \frac{c}{\lambda}$ und aus II). $F(\lambda) = \frac{C}{\lambda^5}$

Somit ist die schliessliche Formel:

$$\varphi(\lambda) = \frac{C}{\lambda^5} e^{-\frac{c}{\lambda\theta}}$$

Sie hat blos 2 Constanten, während Weber's Formel 3 Constanten hat und schliesst sich doch den Beobachtungen viel besser an als jene. Insbesondere gilt dies von den neuesten, bisher vollkommensten Beobachtungen Paschen's, deren Besprechung ich mir jetzt zum Schluss gelassen habe.

Paschen hat mit ausserordentlicher Sorgfalt die Strahlungsspectren verschiedener schwarzer Körper wie Eisenoxyd, Kupferoxyd, Russ, und verschiedener Arten von Kohle bis zu Temperaturen von über 1100° untersucht, indem er ~~[illegible]~~ ungefähr dieselbe Methode wie

Langley befolgte, ~~das dabei~~ die Details derselben aber noch wesentlich vervollkommnete. ~~Ohne sich noch die~~ Insbesondere sind seine Messungen des Theils viel zuverlässiger, da er die Dämpfung des Stimmgabelstreifens [illegible]

Ohne die letzte Strahlungsformel Wien's zu kennen, kam er empirisch dazu, seine Resultate in die Formel zusammenzufassen

$$J = C \frac{e^{-\frac{c}{\lambda\theta}}}{\lambda^{\alpha}}$$

welche seine Beobachtungen weit besser wiedergab als ~~die~~ die Formeln welche von anderen vorgeschlagen worden waren.

Der Coefficient α sollte nach Wien $=5$ sein, Paschen fand für

Fe_2O_3	5·56
Russ und CO_2	5·62
Kohle (Stift)	5·09

er zeigt sich also für die verschiedenen Körper erheblich verschieden, was eben beweist, dass sie alle vom Ideal eines schwarzen Körpers erheblich weit entfernt sind daher ~~lässt~~ kann man auch dem Unterschiede dieser Werte von dem theoretisch gefundenen $\alpha=5$ keine grosse Bedeutung beimessen. Auch die anderen Coefficienten C und c zeigen erhebliche Verschiedenheiten; so ist bei niedriger Temperatur Kohle der schwärzeste Körper, bei hoher dagegen Fe_2O_3.

Wenn α wirklich von 5 verschieden wäre, so würde auch das Stefan'sche Gesetz von der ~~4~~ vierten Potenz fallen, und unsere Ansichten von der Strahlung müssten ~~daher~~ überhaupt bedeutend modificirt werden. Eine interessante Folgerung ergibt sich daraus,

dass für das Maximum der Curven die Beziehung besteht

$\lambda_m \theta = \text{const} = \frac{c_2}{\alpha}$, wie sich leicht aus der obigen Formel durch Differentiation zeigen lässt (und wie auch aus dem früher Gesagten $\lambda\theta = \lambda_0\theta_0$ folgt). Der Wert dieser Constante ist nach Paschen 2500 μ; nun hat die Sonnenstrahlung ihr Maximum bei $\lambda_m = 0{\cdot}5\,\mu$, daraus würde sich also die Temperatur der Sonne, natürlich nur der äusseren Schichten = 5000° ergeben; selbstverständlich kann sie aber im Innern bei Weitem grösser sein.

Die Resultate Paschen's zeigen aber, dass es schwer möglich sein dürfte, auf dem bisher befolgten experimentellen Wege zu genaueren Formulirungen des Strahlungsgesetzes für absolut schwarze Körper zu gelangen, denn die Körper die uns zur Verfügung stehen, weichen zu sehr von diesem Ideale ab. Es ist daher von höchster Wichtigkeit, dass es thatsächlich eine Methode gibt, um absolut schwarze Körper mit beliebiger Annäherung herzustellen; diese folgt schon aus den früher erwähnten Überlegungen Kirchhoff's: eine Höhlung innerhalb eines Körpers enthält dieselbe Strahlungsmenge, als ob der Körper absolut schwarz wäre; bringen

wir in der Wand eine kleine Öffnung an, so wird diese fast genau solche Strahlung aussenden, als ob sie schwarz wäre. Dies lässt sich experimentell ~~nicht schwer~~ unschwierig herstellen ~~z.B. mittelst eines dünnen Schlitzes~~ z.B. mittelst zweier übereinander liegender, geschwärzter Platinbleche, deren eines mit einem dünnen Schlitze versehen ist etc.

Offenbar muss ~~sowohl~~ nicht nur der strahlende Körper, ~~als~~ sondern auch der bestrahlte in dieser Weise hergestellt werden, da man ja sonst gar nicht weiss, ob z.B. eine berusste Fläche die auffallenden Wärmestrahlen ~~alle~~ in gleicher Weise absorbiert. Menschliches Auge, Pupille.

Versuche dieser Art werden gegenwärtig von Lummer und Pringsheim in der physikalisch technischen Reichsanstalt in Berlin ausgeführt und man kann wohl mit Recht darauf gespannt sein, welches ihr Ergebnis sein wird, ob Wien's theoretische Formel und Stefan's Gesetz bestätigt werden oder nicht.

$6 = 1$

$p = 1$